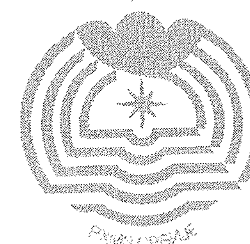
РЕПУБЛИКА СРБИЈА
РЕПУБЛИЧКИ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКИ ЗАВОД



САВЕТОВАЊЕ "МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ - НАЦИОНАЛНО БЛАГО"

ВРЊАЧКА БАЊА
21.- 23. април 1999. године

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Председник:
Никола Дутина, *дипл.инж.грађ.*

Заменик председника:
Владимир М. Димитријевић, *дипл.мет.*

Секретар:
Борјан Маринковић, *професор*

Чланови:

Зоран Бабић, *дипл.мет.*
Рамила Војиновић Кљаић, *дипл.мет.*
Југослав Николић, *дипл.мет.*
Бојан Палмар, *дипл.инж.грађ.*
Будимир Смиљанић, *дипл.ецц.*
Зоран Вучинић, *дипл.мет.*
Анђелко Живковић, *дипл.мет.*
Јованка Игњатовић, *дипл.инж.грађ.*
Душан Кљаић, *дипл.мет.*
Нена Ковачевић, *дипл.инж.грађ.*
Бориша Кочић, *дипл.инж.саоб.*
Недељко Тепић, *дипл.инж.саоб.*

СТРУЧНИ ОДБОР

Председник: *Др* Ђура Радиновић,

Секретар: Борјан Маринковић, *професор*

Чланови: *Др* Млађен Ћурић

Др Бранислав Ђорђевић

Др Будимир Филиповић

Мр Славко Костоски

Мр Добривоје Живковић

Владимир М.Димитријевић, *дипл. мет.*

СПОНЗОРИ

РЕПУБЛИЧКИ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКИ ЗАВОД СРБИЈЕ

СЕ ЗАХВАЉУЈЕ СЛЕДЕЋИМ СПОНЗОРИМА

КОЈИ СУ ПОМОГЛИ ПРИЛИКОМ

ОБЕЛЕЖАВАЊА ЈУБИЛЕЈА

"150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ"

"ПОЛИЕСТЕР" - ПРИБОЈ
ЈП "ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ" - БЕОГРАД
YU БАНКА АД - БЕОГРАД "СВЕТА РАКЕТА" - БЕОГРАД
"ЦЕНТАР" - ЗРЕЊАНИН
ДЕПОЗИТНО - КРЕДИТНА БАНКА АД НОВИ БЕОГРАД
"СРБИЈАВОДЕ" ЈВП БЕОГРАД "ДУНАВ" - НОВИ САД
"ЕЛЕКТРОИСТОК" - БЕОГРАД
"ТАМИШ" ДД - ПАНЧЕВО
"МЕДИА" - ЗЕМУН
"ABA EURO SHOP" - BEOGRAD
"ПЕКА ПРОМЕТ" ЗЕМУН
"ЛОВЋЕН ЛИФТ" - БЕОГРАД
"МАКПЕТРОЛ МАРКЕТИНГ" - БЕОГРАД
"ЕЛИНГ" - БЕОГРАД
МП "ВЕЛИКА МОРАВА" - БЕОГРАД
"Saga InfoTech" - БЕОГРАД
"NENEX - SOFT" - БЕОГРАД
БОНУМ ИНЖЕЊЕРИНГ - БЕОГРАД

САДРЖАЈ

МЕТЕОРОЛОГИЈА И СРЕДСТВА ЈАВНОГ ИНФОРМИСАЊА

УЛОГА МЕЋЕОРОЛОГИЈЕ У СИСТЕМУ ПРЕВЕНЦИЈА И ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕМЕНТАРНИХ НЕПОГОДА

ЗАШТО СУ МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ НАЦИОНАЛНО БЛАГО

Др Драгомир М. Ђукановић, дипл. мет.
11080 Земун, Данила Медаковића 4/6

Из разматрања досадашње метеоролошке активности у остварењу уочених потреба и жеља да се бројним људским делатностима омогући приступ резултатима проучавања метеоролошких феномена, било да делују у правцу побољшања квалитета живота или да доприносе заштити људских живота и материјалних добара, проистекло је и сазнање о потреби да се Саветовању поводом обележавања јубиларних годишњица метеорологије у Србији да назив Метеоролошки подаци - национално благо.

Терминолошко тражење аналогије метеоролошких података са уобичајено употребљаваним терминима у смислу националне баштине у виду историјског наслеђа (објеката, рукописа, фресака, описа историјских догађаја и др.) могу створити извесне недоумице у смислу неадекватности приступа и довести до питања: зашто су метеоролошки подаци национално благо?

У одговору на евентуално постављено питање зашто је метеоролошким подацима дат атрибут национално благо може се навести следеће:

– Потреба да се забележе догађаји у вези са временским феноменима је била очигледна одавно, на шта указују најранији записи о великим променама времена у прошлости;

– Метеоролошки феномени, који на одређени начин утичу на живот човека у скоро свим његовим делатностима се, пре свега, карактеришу великом променљивошћу у времену и простору;

– Велика променљивост метеоролошких елемената упућује на потребу њиховог регистровања, систематизовања и проучавања на одређеној територији, конкретно и посебно на територији на којој се одвија живот једног народа;

– Све што се догађа на територији где један народ живи, укључујући и природне феномене, као што су метеоролошки, долази у домен националног интереса и потреба да се они што боље упознају, како би се могли употребити на корист тог народа на његовој територији;

– Метеоролошки феномени, који у ствари представљају непоновљива збивања која нам пружа природа и поднебље, одликују се специфичностима историјског обележја, која заслужују да буду описани и забележени. Наравно, на начин и у облику који ће га највероватније приказати садашњим и будућим генерацијама;

– Једно од основних обележја метеоролошке активности јесте да у свом континуитету испуњава, поред задовољавања текућих потреба човека, и национални интерес. Сви догађаји који обележавају метеоролошке феномене на прикладан начин се обележавају записују и као метеоролошко-климатолошка и статистичка опсервациона документација, прикупљају,

сређују и чувају као драгоцени део националне баштине;

– Освртом на историјат развоја метеорологије у Србији, имајући у виду ентузијазам и прегалаштво њених пионира - Владимира Јакшића и Милана Недељковића и потоњих великана Милутина Миланковића и Павла Вујевића - без напора се одмах долази у сферу размишљања о њиховом националном значају и величини, па, према томе, и о њиховом раду и заоставштини,

– Ко је само једанпут имао потребу и прилику да се сусретне и да користи део ове заоставштине у облику метеоролошких података, схватио је значај и величину ове документације. Начин и прецизност бележења мерних података, озбиљност и лепота допунских објашњења појединих метеоролошких, сеизмичких и других феномена, од стране пажљиво одабраних осматрача, од пре 100 и више година, фасцинантни су.

Имајући у виду напред речено, данашње генерације метеоролога имају професионалну и националну обавезу да одрже континуитет прикупљања и обраде метеоролошких података у Србији, јер они заиста представљају део националног блага.

Одговор на евентуално питање зашто су метеоролошки подаци национално благо је пред нама. Само га треба проширити и обогатити сазнањима која ће га више осветлити и приказати на прави начин и у пуној вредности.

МЕТЕОРОЛОГИЈА И СРЕДСТВА ЈАВНОГ ИНФОРМИСАЊА

О САРАДЊИ СА КОРИСНИЦИМА МЕТЕОРОЛОШКИХ ПОДАТАКА

Др Драгомир М. Ђукановић, дипл. мет.
11080 Земун, Данила Медаковића 4/6

Abstract

Use of the different meteorological data in the particular human activities has various forms and volumes; it can be of operational or studying nature. Establishing the relationship between meteorological changes and climatic conditions and happenings, represents the current interest. That is highly relevant for their modern development. In practice, meteorology enables us to understand the influence meteorological factors have and points to the ways of lessening the harmful effects. That is why it is necessary to expand a cooperation between the Republic Hydrometeorological Service of Serbia and the users of the meteorological data - national treasure, in the economic and noneconomic sectors.

Абстракт

Коришћење метеоролошких података у појединим људским делатностима је са различитим облицима и обимом, оперативног и студијског карактера. Утврђивање корелационих односа између промена метеоролошких и климатолошких услова и збивања у бројним активностима човека представља актуелност, која је од значаја за њихов савремени развој. Примењена метеорологија омогућује упознавање утицаја метеоролошких фактора и указује на могућност ублажавања штетних ефеката услед њиховог дејства. Зато је нужно проширење сарадње између Републичког хидрометеоролошког завода Србије и корисника метеоролошких података - националног блага, у привредним и непривредним делатностима.

Када се говори о метеоролошким подацима као о националном благу, неопходно је, на основу досадашњих сазнања и искустава, а у циљу добијања представе о њиховом значају уопште, обавити увид у ширину и специфичности појединих корисника тог блага.

Сазнање да метеоролошки подаци заиста представљају значајан део националног блага произилази из резултата научно-истраживачких човекових активности и њиховог коришћења у практичне сврхе у многим људским делатностима.

Опсервације, евидентирање и анализа добијених података о временским стањима и климатским условима дуги низ година потврђују уочене потребе да се успостављена истраживања продубљују и проширују на све већи број људских активности.

Извлачење закључака о променама времена и климатским карактеристикама на одређеној територији обављају се на основу опсервационе метеоролошко-климатолошке документације, која у ствари представља стварни део националног блага, било да се користи у оперативном метеоролошко-прогностичком смислу или као драгоцени климатолошко-статистички фонд метеоролошко-климатолошких података за разне врсте истраживања.

Коришћење опсервационе метеоролошке документације је са различитим облицима и обимом у појединим људским актив-

ностима. У некима је тежиште коришћења оперативног карактера, за краћи или дужи период временских прогноза, а код других за потребе програмирања, пројектовања, изградње и експлоатације појединих објеката.

У оквиру разматрања коришћења метеоролошких података, као дела националног блага, у појединим људским делатностима, корисно је да се успостави и организује истраживачки рад, који би обухватио упоредна праћења промена појединих временских стања и метеоролошких елемената, с једне стране и елемената, који карактеришу стања и промене у одређеној, истраживањима подвргнутој, људској делатности, с друге стране.

На тај начин се долази до упознавања корелационих односа и закључака који помажу да се метеоролошки подаци истовремено користе у оперативне сврхе и као део статистичжког метеоролошко-климатолошког фонда података за потребе даљих истраживања, са значајним тежиштем на практично коришћење.

Такође се у овом смислу могу користити метеоролошки подаци који се добијају из редовног опсервирања на метеоролошким станицама, са апликацијом и усмерењем на постављене захтеве у конкретној активности.

Сваки истраживачки подухват, у било којој људској активности, који је на одређен начин повезан са потребом коришћења метеоролошких података условљава остварење сарадње са стручним консултантом одговарајуће метеоролошке специјаности, у циљу претходног заједничког сагледавања пројектног задатка, његовог обима и циља.

На тај начин се избегавају тешкоће и пропусти који се могу појавити у каснијем раду, као што су:

- *неискоришћење све постојеће опсервационе документације и*
- *пропуст да се, због специфичности задатка, не искористе могућности евентуалног специјалног, допунског мерења, са што мање трошкова, уз испуњење потребних критеријума о квалитету таквих мерења.*

У таквој сарадњи се поуздано остварује оптималан ефекат интердисциплинарног и мултидисциплинарног запажања корелативних веза и проналажења њихових најприкладнијих интерпретација и доношења адекватних закључака.

Из овакве сарадње произилази низ квантитативно и квалитативно корисних идеја, не само у односу на конкретан заједнички програм, него и у односу на нова, до тада незапажена, гледања на начин решавања појединих питања, са одговарајућом методологијом рада.

У домену примењене метеорологије, метеоролози треба да постану носиоци схватања, која карактеришу следеће особине:

- *стално праћење светске литературе из ове области, и*
- *флексибилно и отворено постављање не само метеоролога појединаца него и целе метеоролошке службе према постојећим и потенцијалним корисницима метеоролошких података у привредним и непривредним делатностима.*

Шири прилаз оваквом начину гледања допринеће јачању улоге Метеоролошке службе и реализацији испуњења основне теме и назива Саветовања Метеоролошки подаци - национално благо.

ПРАЋЕЊЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ ИЗВЕШТАЈА У ЈАВНОСТИ

Недељко Тодоровић, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије,
Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The aim of this paper is to examine if general public in Belgrade and wider surroundings follows meteorological reports and believes them. The research was carried out during 1996 and 1997 on the sample of 341 examinees who are older than 14. Variables elaborated in this paper are the part of a questionaire which is a base for a deeper research titled "Public Opinion and Meteorology". The distributions of examinees (apsolute and relative frequencies) on categories of each variable are given. To examine the differences in following meteorological reports and believing to them, considering some socio-demographic characteristics of examinees, chi-square test is used. The results show that 85% of examinees follow meteorological reports, and of 83,5% believe them. The most common way of their following is by television, and half of examinees hold that the meteorological information presented by meteorologists themselves are more reliable than information presented by speakers on TV and radio and majority think that, meteorologists should have their own presentation in media. Meteorological reports are followed by older examinees with very high or very low education significantly more often than by the others. Examinees older than 60, and between 31 and 40, those with low education, and those who live in rural areas near Belgrade believe to meteorologists significantly more often than the others.

Абстракт

Циљ рада је да се испита да ли јавност на подручју Београда и шире околице прати метеоролошке извештаје и верује ли у њих. Истраживање је урађено у току 1996/97 године на узорку од 341 испитаника свих старосних група изнад 14 година. Варијабле обрађене у овом раду део су упитника који је основа ширег истраживања под насловом "Јавно мнење и метеорологија". Осим приказа дистрибуције испитаника (апсолутне и релативне фреквенције) по категоријама сваке испитиване варијабле, за испитивање разлика у праћењу и веровању с обзиром на неке социо-демографске карактеристике испитаника употребљен је метод хи-квадрат теста. Резултати су показали да 85% испитаника прати извештаје о времену, а 83.5% верује у њих. Најчешћи начин праћења је путем телевизије, половина испитаника сматра да метеоролози веродостојније него спикери и водитељи телевизијских и радио програма' саопштавају метеоролошке информације, а знатна већина да би метеоролози требали да имају своје посебне термине на медијима. Статистички значајно чешће од осталих метеоролошке извештаје прате старији испитаници и они са високим и врло ниским образовањем, а метеоролозима чешће верују испитаници у категоријама преко 60 и од 31 до 40 година старости, врло слабог образовања и они са пребивалиштем у селима околине Београда.

1. УВОД

Многе људске делатности у директној су зависности од временских прилика. Безбедност и ефикасност човекове делатности у оквиру разних привредних грана као што су индустрија, енергетика (Плазинић, 1985:1-6), пољопривреда, саобраћај (Чобанов, 1992:1-3), туризам, здравство (WMO,No-160; Цветановић и остали, 1988:24-25), спорт (WMO, No-835; Тодоровић, 1996) и других не мање важних свакодневних делатности у непосредној су зависности од поуздане информације о временским приликама, прошлим, актуелним и будућим. Зато је правовремена, поуздана и специфично представљена метеоролошка информација од великог значаја за све заинтересоване кориснике. Метеоролошка пракса је показала да је сарадња између метеоролошке службе и корисника метеоролошких информација неми-

новна. У питању је само степен њене доступности и непосредне употребе. Резултати истраживања требали би да укажу на тешкоће у праћењу извештаја о времену (доступност, разумевање, веровање и слично), тј. да се утврди за које би категорије становништва, с обзиром на њихове социо-демографске карактеристике, требало прилагодити метеоролошке информације. Начин праћења метеоролошких информација од стране корисника у литератури је слабо обрађен. Познато је да даваоци метеоролошких информација користе различите начине за њихово представљање јавности и да начин на који су обликоване на зависи увек само од даваоца већ и од медија. Међутим, непознато је како те извештаје прима и доживљава јавност. На подручју Београда и шире околине урађено је опширно истраживање под насловом "Јавно мнење и метеорологија" које је засновано на Упитнику (ЈММ) који садржи 103 варијабле од којих је у овом раду одабрано 12 које се односе на начин праћења извештаја о времену. Упитник је саставио и анкету спровео аутор.

2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА И ХИПОТЕЗЕ

Први циљ рада је да се истражи да ли се и на који најчешћи начин прате у јавности извештаји о времену, да ли се у њих верује и које су најчешће примедбе везане уз презентацију тих информација. Други циљ је да се уочи да ли се испитаници разликују у односу на праћење метеоролошких извештаја и веровања и њих с обзиром на неке социодемографске карактеристике. У складу са циљем постављене су четири нулте хипотезе:
X1 - испитаници различитих старосних група не разликују се у праћењу метеоролошких извештаја и веровању у њих,
X2 - испитаници различитог пола не разликују се у праћењу метеоролошких извештаја и веровању у њих,
X3 - испитаници различитог образовања не разликују се у праћењу метеоролошких извештаја и веровању у њих,
X4 - испитаници различитог пребивалишта не разликују се у праћењу метеоролошких извештаја и веровању у њих.

3. МЕТОДИ РАДА

3.1. Узорак испитаника

Узорак целокупног истраживања, па тако и овог дела, сачињава 341 испитаник са подручја града Београда (ужи део града, приградска насеља и села ван урбаног дела). Структура испитаника (старост, пол, образовање, радна активност, место становања) приближно одговара демографској структури становништва на територији града Београда према попису из 1991. године, уз напомену да су испитаници били старији од 14 година (Мијановић,1996). Подаци о структури испитаника налазе се у табелама од 1 до 4 које су приказане у раду. Коришћен је квотни узорак по старости, полу и образовању. Узорак је мало померен ка млађој и образованијој структури а пошто је померање незнатно није урађена пондерација.

3.2. **Избор варијабли**

Варијабле из целокупног истраживања подељене су у блокове: I Подаци о испитанику, II Праћење метеоролошких извештаја, III Коришћење метеоролошких извештаја, IV Синоптика, V Медицинска метеорологија, VI Климатологија, VII Утицај на време и заштита средине и VIII Знање из метеорологије. У овом раду обрађено је 12 варијабли које се односе на праћење метеоролошких извештаја, а које су заједно са својим категоријама приказане у табелама од 5 до 16.

3.3. **Методи обраде података**

Подаци су обрађени на дескриптивном нивоу који најпре укључује израчунавање дистрибуција (апсолутних и релативних фреквенција) испитаника по категоријама сваке од испитиваних варијабли. Затим су урађене табеле контингенције с припадајућим параметрима, а главна статистичка обрада извршена је хи-квадрат тестом за табеле контингенције. Као критична вредност статистичке значајности узета је вредност грешке мања од 5% (Ивановић, 1973:310-328).

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА

4.1. Дескриптивни подаци

У табелама од 5 до 16 приказане су дистрибуције испитаника (апсолутне и релативне фреквенције) по категоријама 12 варијабли које описују праћење извештаја о времену.

Ако посматрамо варијаблу која нам указује на праћење метеоролошких извештаја независно од начина (табела 5) уочљиво је да веома висок проценат (85%) испитаника прати извештаје о времену, а да је оних који их никада не прате свега 2,6%. Расподела испитаника по категоријама у варијаблама које нам дају увид на који

начин испитаници прате извештаје о времену јасно указује да је праћење путем телевизије најзаступљеније (82,1%), а чак 41.3% испитаника то чини скоро свакодневно. Путем радија метеоролошке извештаје прати више од половине испитаника (56%), знатно мање, али још увек у високом проценту, путем новина (44,6%), а врло мало испитаника се информише о времену путем телефона, било непосредно од метеоролошке службе, било путем поштанских телефонских аутомата (свега 4,4%); (табеле 6, 7, 8 и 9).

У метеоролошкој пракси је примећено да се информације о времену непотпуно или чак погрешно преносе јавности путем медија, пре свега путем телевизије и радија. Дистрибуција испитаника по категоријама варијабли које се односе на мишљење испитаника о овом проблему дата је у табелама 10 и 11. Види се да 12.9% испитаника уочава тај проблем и сматра да се путем тих медија не преноси изворна информација метеоролога. Такође, половина испитаника (50.4%) сматра да професионални метеоролози веродостојније саопштавају метеоролошке информације у односу на спикере и водитеље телевизије и радија, а само 9.7% сматра супротно.

У вези тог проблема тј. у прилог тачнијег представљања изворних метеоролошких информација иду и резултати дати у табелама 12 и 13. Види се да 66,9% испитаника сматра да би метеоролози требали да имају посебне термине на телевизији и радију, а 52,2% да би и у новинама требало да буде више простора за представљање метеоролошких прилика.

У неформалним разговорима, а понекад и кроз шалу на медијима се често чује исказ: "Метеоролози су рекли да ће бити сунчано, понесите кишобран". Оваква критика може се оповргнути резултатом датим у табели 14, где је приказана расподела испитаника по категоријама варијабле" Да ли верујете метеоролозима" и која даје информацију да испитаници на подручју Београда у 83,5% случајева верују метеоролозима (од тога 24,6% категорички да) наспрам 11.7% испитаника који имају супротно мишљење (од тога свега 3.5% категорички не).

У табелама 15 и 16, где су дате расподеле испитаника по категоријама које се такође односе на веровање, види се заступљеност испитаника који не верују метеоролозима (5.6% и 4.7%). У високом проценту испитаници не праве разлику у веровању старијем и млађем (75,1%) и мушкарцима и женама метеоролозима (83,3%), али се примећује склоност да више верују старијем у односу на млађег (14.7% према 4,7%) и мушкарцу у односу на жену (7,6% према 4,4%). Ово одступање у веровању највероватније је последица неких социолошких и културолошких ставова испитаника.

4.2. Анализа табела контингеције

Од 12 варијабли које описују простор који се односи на праћење извештаја о времену изабране су две најкарактеристичније тј. праћење метеоролошких извештаја уопште, независно од начина, а с тим у вези и веровање у њих. Следи приказ резултата истраживања да ли на праћење и веровање утичу године старости, пол, образовање и ребивалиште. У свим приказаним табелама веза између варијабли је статистички значајна, једино је у појединим ћелијама табела (углавном у категоријама не знам, углавно не и не) апсолутна заступљеност испитаника мала тако да закључке треба доносити с опрезом.

Веза између варијабли "године старости" и "да ли пратите извештаје о времену" приказана је у табели 17. Уочљиво је да у категорији " да, скоро свакодневно" варијабле која се односи на праћење заступљеност испитаника има тенденцију пораста са годинама старости. Категорија испитаника старих преко 60 година релативно скоро двоструко чешће, а категорија од 51 до 60 година релативно знатно чешће свакодневно прате извештаје о времену него што су заступљени у узорку. Удео категорија од 41 до 50 и од 31 до 40 година старости које скоро свакодневно прате извештаје о времену релативно је подједнак њиховој заступљености у укупном узорку. Млађи испитаници приметно ређе прате извештаје о времену у односу на њихову заступљеност у узорку. У категорији "углавном да" варијабле која се односи на праћење, удео свих старосних група релативно је сразмеран њиховом уделу у узорку. Због апсолутно малог броја испитаника у категоријама" углавном не" и "не" није захвално прецизирати тенденције заступљности по старосним категоријама сем можда да се напомене да најмлађе категорије испитаника (до 20 година) релативно скоро троструко ређе прате извештаје о времену него што су заступљени у узорку.

Веза између варијабли " године старости" и "да ли верујете метеоролозима" приказана је у табели 18. Запажа се да у категорији испитаника са одговором "да" у варијабли која се односи на веровање метеоролозима категорије испи-

таника преко 60 и од 31 до 40 година релативно нешто чешће верују метеоролозима него што су заступљени у узорку, а остале старосне категорије релативно нешто ређе. Испитаници свих старосних категорија који углавном верују метеоролозима сразмерно су заступљени уделу свеке од тих категорија у узорку.

Веза између варијабле "пол" с једне стране и варијабли "да ли пратите извештаје о времену" (П= 0,8602) и "да ли верујете метеоролозима" (П=0,2266) с друге стране није статистички значајна. Дакле, пол није фактор који би утицао на праћење метеоролошких извештаја и веровање у њих.

Везе између варијабле "образовање" и варијабли "да ли пратите извештаје о времену" и "да ли верујете метеоролозима" статистички су значајне и приказане су у табелама 19 и 20. Види се да категорије испитаника високог и вишег образовања и они са непотпуном основном школом релативно мало чешће прате (скоро свакодневно) метеоролошке извештаје него што су заступљени у узорку, а испитаници за завршеном основном и средњом школом релативно ређе. Испитаници свих образовних категорија који углавном прате извештаје о времену сразмерно су заступљени уделу свеке од тих категорија у узорку. Кад је у питању веровање метеоролозима, у категорији испитаника који апсолутно верују (одговор "да") оних са завршеном средњом школом приметно је мање, а испитаника са непотпуном основном школом скоро двоструко више него што су заступљени у узорку. Испитаници свих образовних категорија који углавном верују метеоролозима релативно су расподељени као и у укупном узорку.

Веза између варијабли "пребивалиште" и "да ли пратите извештаје о времену" није статистички значајна (П=0,0799), што значи да праћење метеоролошких извештаја на подручју Београда не зависи од пребивалишта (ужи део града, приградско насеље, село у околини града). Веза између варијабли "пребивалиште" и "да ли верујете метеоролозима" статистички је значајна и приказана је у табели 21. Испитаници из ужег дела града приметно ређе верују метеоролозима, а они из села у околини приметно чешће него што су заступљени у узорку. Испитаници који углавном верују не разликују се битно према пребивалишту.

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је показало да се на подручју Београда метеоролошки извештаји у високом проценту (85%) прате у јавности и то најчешће путем телевизије (82,1% свих испитаника). Такође, може се рећи да испитаници верују (83,5%) у метеоролошке извештаје, да половина (50,4%) њих сматра да их метеоролози веродостојније саопштавају него спикери и водитељи телевизије и радија и да би метеоролози требали да имају своје посебне термине (66,9%). Постављене хипотезе тестиране су методом хи-квадрат теста, а при интерпретацији табела узета је у обзир чињеница да је апсолутни број испитаника који не прате и не верују у метеоролошке извештаје врло мали. Потврђена је само друга хипотеза, према којој се испитаници различитог пола не разликују у праћењу и веровању у метеоролошке извештаје. Потврђен је и део четврте хипотезе који се односи на праћење, што значи да се испитаници у праћењу метеоролошких извештаја не разликују по пребивалишту, а део хипотезе који се односи на веровање није потврђен, тј. испитаници се у веровању у метеоролошке извештаје разликују по пребивалишту. Испитаници из ужег дела града приметно ређе верују метеоролозима, а они из села у околини приметно чешће. Прва и друга хипотеза нису прихваћене. Праћење метеоролошких извештаја има тенденцију пораста са повећањем година старости. Метеоролозима релативно чешће верују испитаници старосних категорија преко 50 и од 31 до 40 година, а релативно ређе остале старосне категорије. Испитаници високог и вишег образовања и они са непотпуном основном школом релативно чешће скоро свакодневно прате извештаје о времену, а они са завршеном основном и средњом школом релативно ређе. Испитаници са непотпуном основном школом знатно чешће, а они са завршеном средњом школом приметно ређе верују метеоролозима у односу на остале образовне категорије.

Из резултата истраживања видљиво је да јавност прати метеоролошке извештаје и да верује метеоролозима. Добијене разлике између група испитаника различитих социодемографских карактеристика добиће потпунији смисао када буду разматране у склопу других обележја као што су нпр. занимање, коришћење метеоролошких информација, утицај времена на здравље, познавање терминологије и основно знање из метеорологије.

Табела 1. Године старости

	> 60	51-60	41-50	31-40	21-30	= и< 20	укупно
апсол.	45	32	63	65	74	62	341
%	13.2	9.4	18.5	19.1	21.7	18.2	100

Табела 2. Пол испитаника

	мушки	женски	укупно
асполутно	164	177	341
%	48.1	51.9	100

Табела 3. Образовање

	научни степен	факул-тет	виша школа	средња школа	основна школа	неп. ос. школа	укупно
апсол.	7	65	35	161	44	29	341
%	2.1	19.1	10.3	47.2	12.9	8.5	100

Табела 4. Пребивалиште

	ужи део града	пригр. насеље	село у околини	укупно
апсолутно	181	57	103	341
%	53.1	16.7	30.2	100

Табела 5. Да ли пратите извештаје о времену

	да, скоро сва-коднев.	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апсолутно	128	162	42	9	341
%	37.5	47.5	12.3	2.6	100

Табела 6. Да ли пратите извештаје о времену путем телевизије.

	да, скоро сва-коднев.	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апсолутно	141	139	50	11	341
%	41.3	40.8	14.7	3.2	100

Табела 7. Да ли пратите извештаје о времену путем радија.

	да, скоро сва-коднев.	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апсолутно	91	100	89	61	341
%	26.7	29.3	26.1	17.9	100

Табела 8. Да ли пратите извештаје о времену путем новина.

	да, скоро сва-коднев.	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апсолутно	43	109	111	78	341
%	12.6	32.0	32.6	22.9	100

Табела 9. Да ли се лично телефоном информишете о времену.

	да, скоро сва-коднев.	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апсолутно	6	9	48	278	341
%	1.8	2.6	14.1	81.5	100

Табела 10. Сматрате ли да спикери и водитељи тв и радио-програма преносе оригинални, неизмењени текст метеоролога.

	да	на примећујем разлику	уопште не обраћ. пажњу на то	не разликујем спикера од метеор.	не	укупно
апсолут.	128	65	79	25	44	341
%	37.5	19.1	23.2	7.3	12.9	100

Табела 11. Сматрате ли да професионални метеоролози веродостојније (убедљивије) саопштавају извештаје о времену у односу на спикере и водитеље тв и радиопрограма.

	да	на примећујем разлику	уопште не обраћ. пажњу на то	не разликујем спикера од метеоролога	не	укупно
апсолут.	172	67	56	13	33	341
%	50.4	19.6	16.4	3.8	9.7	100

Табела 12. Сматрате ли да би метеоролози требали да имају своје посебне термине за извештаје о времену на телевизији и радију.

	да	не знам	не	укупно
апсолутно	228	63	50	341
%	66.9	18.5	14.7	100

Табела 13. Сматрате ли да би у дневним новинама требало да буде више простора о времену (да поред текста прогнозе буду подаци о измереним метеоролошким елементима и метеоролошке карте).

	да	не знам	не	укупно
апсолутно	178	75	88	341
%	52.2	22.0	25.8	100

Табела 14. Да ли верујете метеоролозима.

	да	углав. да	не знам	углав. не	не	укупно
апсолут.	84	201	16	28	12	341
%	24.6	58.9	4.7	8.2	3.5	100

Табела 15. Којем метеорологу више верујете.

	старијем	подједнако	нити једном	млађем	укупно
апсолутно	50	256	19	16	341
%	14.7	75.1	5.6	4.7	100

Табела 16. Којем метеорологу више верујете.

	мушкарцу	подједнако	нити једном	жени	укупно
апсолутно	26	284	16	15	341
%	7.6	83.3	4.7	4.4	100

Табела 17. Године старости - праћење

године старости		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
.> 60	апс.	30	13	1	1	45
	%	66,7	28,9	2, 2	2,2	13,2
	%	23,4	8,0	2,4	1,1	
51-60	апс.	20	12	-	-	32
	%	62,5	37,5	-	-	9,4
	%	15,6	7,4	-	-	
41-50	апс.	22	36	4	1	63
	%	34,9	57,1	6,3	1,6	18,5
	%	17,2	22,2	9,5	11,1	
31-40	апс.	21	38	4	2	65
	%	32,3	58,5	6,2	3,1	19,1
	%	16,4	23,5	9,5	22,2	
21-30	апс.	22	37	12	3	74
	%	29,7	50,0	16,2	4,1	21,7
	%	17,2	22,8	28,6	33,3	
=<20	апс.	13	26	21	2	62
	%	21,0	41,9	33,9	3,2	18,2
	%	10,2	16,0	50,0	22,2	
укупно	апс.	128	162	42	9	341
	%	37,5	47,5	12,3	2,6	100

Хи-квадрат=66,76 П=0.00000

Табела 18. Године старости - веровање

године старости		да	углавном да	не знам	углавном не	не	укупно
> 60	апс.	21	20	-	1	3	45
	%	46,7	44,4	-	2,2	6,7	13,2
	%	25,0	10,0	-	3,6	25,0	
51-60	апс.	8	21	1	2	-	32
	%	25,0	65,6	3,1	6,3	-	9,4
	%	9,5	10,4	6,3	7,1	-	
41-50	апс.	15	38	5	4	1	63
	%	23,8	60,3	7,9	6,3	1,6	18,5
	%	17,9	18,9	31,3	14,3	8,3	
31-40	апс.	21	34	1	6	3	65
	%	32,3	52,3	1,5	9,2	4,6	19,1
	%	25,0	16,9	6,3	21,4	25,0	
21-30	апс.	10	49	2	12	1	74
	%	13,5	66,2	2,7	16,2	1,4	21,7
	%	11,9	24,4	12,5	42,9	8,3	
=<20	апс.	9	39	7	3	4	62
	%	14,5	62,9	11,3	4,8	6,5	18,2
	%	10,7	19,4	43,8	10,7	33,3	
укупно	апс.	84	201	16	28	12	341
	%	24,6	58,9	4,7	8,2	3,5	100

Хи-квадрат= 46,24 П=0.00075

Табела 19. Образовање - праћење

образовање		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
научни степен	апс.	3	4	-	-	7
	%	42,9	57,1	-	-	2,1
	%	2,3	2,5	-	-	
факултет	апс.	29	32	2	2	65
	%	44,6	49,2	3,1	3,1	19,1
	%	22,7	19,8	4,8	22,2	
виша школа	апс.	16	16	2	1	35
	%	45,7	45,7	5,7	2,9	10,3
	%	12,5	9,9	4,8	11,1	
средња школа	апс.	52	79	27	3	161
	%	32,3	49,1	16,8	1,9	47,2
	%	40,6	48,8	64,3	33,3	
основна школа	апс.	12	20	11	1	44
	%	27,3	45,5	25,0	2,3	12,9
	%	9,4	12,3	26,2	11,1	
непот.ос. школа	апс.	16	11	-	2	29
	%	55,2	37,9	-	6,9	8,5
	%	12,5	6,8	-	22,2	
укупно	апс.	128	162	42	9	341
	%	37,5	47,5	12,3	2,6	100

Хи-квадрат=28,37 П=0.01932

Табела 20. Образовање - веровање

образо-вање		да	углавном да	не знам	углавном не	не	укупно
научни степен	апс. % %	1 14,3 1,2	6 85,7 3,0	- - -	- - -	- - -	7 2,1
факул-тет	апс. % %	19 29,2 22,6	33 50,8 16,4	2 3,1 12,5	10 15,4 35,7	1 1,5 8,3	65 19,1
виш школа	апс. % %	9 25,7 10,7	24 68,6 11,9	1 2,9 6,3	1 2,9 3,6	- - -	35 10,3
средња школа	апс. % %	30 18,6 35,7	102 63,4 50,7	9 5,6 56,3	15 9,3 53,6	3 3,1 41,7	161 47,2
основна школа	апс. % %	12 27,3 14,3	21 47,7 10,4	4 9,1 25,0	2 4,5 7,1	5 11,4 41,7	44 12,9
непот.ос. школа	апс. % %	13 44,8 15,5	15 51,7 7,5	- - -	- - -	1 3,4 8,3	29 8,5
укупно	апс. %	84 24,6	201 58,9	16 4,7	28 8,2	12 3,5	341 100

Хи-квадрат= 35,60 П=0.01713

Табела 21. Пребивалиште- веровање

преби-валиште		да	углавном да	не знам	углавном не	не	укупно
ужи део града	апс. % %	28 15,5 33,3	114 63,0 56,7	13 7,2 81,3	21 11,6 75,0	5 2,8 41,7	181 53,1
приград. насеље	апс. % %	13 22,8 15,5	34 59,6 16,9	2 3,5 12,5	5 8,8 17,9	3 5,3 25,0	57 16,7
село у околини	апс. % %	43 41,7 51,2	53 51,5 26,4	1 1,0 6,3	2 1,9 7,1	4 3,9 33,3	103 30,2
укупно	апс. %	84 24,6	201 58,9	16 4,7	28 8,2	12 3,5	341 100

Хи-квадрат= 33,89 П=0,00004

ЛИТЕРАТУРА:

Група аутора (Цветановић,С; Ђекић,М; Стожинић,С; Војновић-Кљајић, Р; Трамошљанин, М; Јовановић,О.) (1988): Утицај времена на здравље људи. Научна књига. Београд
Ивановић, Б.(1973): Теоријска статистика. Научна књига. Београд
Мијановић, Љ.(1996): Демографска слика Београда. Педагошка стварност, XLI, 1-2, 7-26.
Плазинић, С.(1985): Техничка метеорологија. Научна књига. Београд
Тодоровић, Н.(1997): Временске прилике и маратон. Физичка култура, 50, 3, 201-206.
Чобанов, З.(1992): Ваздухопловна метеорологија. Научна књига. Београд
WMO, No-160.(1964): A survey of human biometeorology. WMO. Geneva.
WMO, No-835.(1996): Weather and sport. WMO. Geneva.

ДИСКРИМИНАЦИОНА АНАЛИЗА ПРАЋЕЊА МЕТЕОРОЛОШКИХ ИЗВЕШТАЈА С ОБЗИРОМ НА СОЦИО-ДЕМОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА

Недељко Тодоровић, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије,
Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The aim of this paper is to examine if the following of meteorological reports by the citizens of Belgrade and wider surrounding differs considering the age, sex, education and area of living. The examination was caried out during 1996 and 1997 on the sample of 341 examinees older than 14. Variables, elaborated in this paper are the part of a questionaire which is a base for a deeper research titled "Public Opinion and Meteorology". The results of discriminative analysis show that examinees significantly differ in following meteorological reports considering their age and area of living, and do not differ considering their sex and education.

Абстракт

Циљ рада је да се утврди да ли се праћење метеоролошких извештаја на подручју Београда и шире околине разликује према годинама старости, полу, образовању и пребивалишту испитаника. Истраживање је урађено у току 1996/97. године на узорку од 341 испитаника свих старосних група изнад 14 година. Варијабле обрађене у овом раду део су упитника који је основа ширег истраживања под насловом "Јавно мнење и метеорологија". Методом дискриминационе анализе добијено је да се испитаници у праћењу метеоролошких извештаја статистички значајно разликују с обзиром на године старости и пребивалиште, а не разликују с обзиром на пол и образовање.

1. УВОД

Метеоролошка информација од значаја је сваком човеку било да је користи за обављање своје професионалне делатности, било за одмор (Плазинић, 1985:1-6; Чобанов, 1992:1-3; WMO, No-160 ; WMO, No-835; Цветановић и остали, 1988:24-25; Тодоровић, 1996). Истраживање јавног мнења на подручју Београда (Тодоровић, 1998, у штампи) показало је да се метеоролошке информације у високом проценту прате (85%) и да им се верује (83,5%). Најчешћи начин праћења је путем телевизије, половина испитаника сматра да метеоролози веродостојније у односу на спикере и водитеље саопштавају метеоролошке информације, а знатна већина да би метеоролози требали да имају своје посебне термине на телевизији и радију. Методом хи-квадрат теста добијено је да статистички значајно чешће од осталих извештаје о времену прате старији испитаници, они са високим и врло ниским образовањем и да метеоролозима чешће верују испитаници преко 60 и од 31 до 40 година старости, врло слабог образовања и они са пребивалиштем у селима околине Београда. Резултати истраживања у овом раду требало би да укажу на тешкоће у праћењу извештаја о времену (доступност, разумевање, веровање, итд) тј. да се утврди за које би категорије становништва, с обзиром на њихове социо-демографске карактеристике, требало прилагодити метеоролошке информације.

2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА И ХИПОТЕЗЕ

Циљ рада је да се утврди да ли се праћење метеоролошких извештаја на подручју Београда и шире околине разликује према годинама старости, полу, образовању и пребивалишту испитаника. У складу с циљем рада постављене су четири нулте хипотезе:

X1 - у простору праћења метеоролошких ин-

формација не постоје разлике у начину праћења с обзиром на године старости испитаника,
X2 - у простору праћења метеоролошких информација не постоје разлике у начину праћења с обзиром на пол испитаника,
X3 - у простору праћења метеоролошких информација не постоје разлике у начину праћења с обзиром на образовање испитаника,
X4 - у простору праћења метеоролошких информација не постоје разлике у начину праћења с обзиром на пребивалиште испитаника.

3. МЕТОДИ РАДА

3.1. Узорак испитаника

Узорак целокупног истраживања, па тако и овог дела, сачињава 341 испитаник са подручја града Београда (ужи део града, приградска насеља и села ван урбаног дела). Структура испитаника (старост, пол, образовање, радна активност, место становања) приближно одговара демографској структури становништва на територији града Београда према попису из 1991. године, уз напомену да су испитаници били старији од 14 година (Мијановић, 1996). Подаци о структури испитаника налазе се у табелама од 1 до 4 у раду "Праћење метеоролошких извештаја у јавности" . Коришћен је квотни узорак по старости, полу и образовању и може да се примети да је незнатно померен ка млађој и образованијој структури него што је према попису установљено.

3.2. **Избор варијабли**

Простор праћења извештаја о времену чини 8 од постојећих 12 варијабли из Упитника (ЈММ). Осам одабраних варијабли погодне су за обраду мултиваријатним анализом која је употребљена у овом раду. Варијабле које су обрађене:

1. Да ли пратите извештаје о времену?
1. да, скоро свакодневно (ПРАЋЕЊЕ)
2. углавном да
3. углавном не
4. не, никада

2. Да ли пратите извештаје о времену путем телевизије?
1. да, скоро свакодневно (ПРАЋЕНТВ)
2. углавном да
3. углавном не
4. не, никада

3. Да ли пратите извештаје о времену путем радија?
1. да, скоро свакодневно (ПРАЋЕНРА)
2. углавном да
3. углавном не
4. не, никада

4. Да ли пратите извештаје о времену путем новина?
1. да, скоро свакодневно(ПРАЋЕННО)
2. углавном да
3. углавном не
4. не, никада

5. Да ли се лично телефоном информишете о времену ?
1. да, скоро свакодневно (ПРАЋЕНТФ)
2. углавном да
3. углавном не
4. не, никада

6. Сматрате ли да би метеоролози требали да имају своје посебне термине за извештаје о времену на телевизији и радију?
1. да (ТЕРМИН)
2. не знам
3. не

7. Сматрате ли да би у дневним новима трабало да буде више простора о времену (да поред текста прогнозе буду подаци о измереним метеоролошким елементима и метеоролошке карте)?
1. да (НОВИНЕ)
2. не знам
3. Не

8. Да ли верујете метеоролозима?
1. да (ВЕРОВАЊЕ)
2. углавном да
3. не знам
4. углавном не
5. не

3.3. Методи обраде података

За обраду података одабрана је дискриминациона анализа. Коришћен је програм SPSS for Windows. Циљ метода је утврђивање разлика између група испитаника по одређеним карактеристикама (Тодоровић, Паскота, 1995). У овом истраживању те групе су одређене према годинама старости (6 категорија), полу (2 категорије), образовању (6 категорија) и месту пребивалишта (3 категорије), а разлике су утврђиване према 8 од постојећих 12 варијабли које описују простор праћења извештаја о времену.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

4.1. Дискриминациона анализа начина праћења метеоролошких извештаја према годинама старости испитаника

У табели 1 наведени су подаци о значајности дискриминационе функције. Од пет теоријски могућих само је једна (прва) статистички значајна.
Она исцрпљује односно објашњава три четвртине дискриминационог варијабилитета.

Њена канонична корелација је средње висине што значи да на начин праћења метеоролошких извештаја утичу и неки други фактори који нису обухваћени испитаним скупом обележја испитаника.

Табела 1. Прва дискриминациона функција

Дискрим. функција	Дискр.вредн. Ламбда	Проценат објаш. варијабилитета	Канонична корелација	хи-квадрат	Степени слободе	Статист. значајн.
1	.7378	74.14	.4442	101.274	40	.0000

Дискриминациона функција има релативно ниске дискриминативне коефицијенте (табела 2).Корелације варијабли и функције (C=структура дискриминационе функције) показују да је дискриминациона функција најбоље одређена следећим варијаблама: Да ли пратите извештаје о времену (.76), Да ли пратите извештаје о времену путем ТВ (.64), Да ли пратите извештаје о времену путем новина (.52), Да ли пратите извештаје о времену путем радија (.45) и Да ли верујете метеоролозима (.34). Смер коефицијената упућује на испитанике који углавном или никада не прате метеоролошке извештаје нити уопште нити преко споменутих медија и углавном или никада не верују метеоролозима.

Ако се погледа табела 3 уочава се да наведена обележја најбоље одговарају шестој групи испитаника (млађи од 20 година).

Табела 2. Стандардизовани дискриминациони коефицијенти (K) и корелације (C) између варијабли и дискриминационе функције

	K	C
ПРАЋЕЊЕ	.59	.76*
ПРАЋЕНТВ	.21	.64*
ПРАЋЕНРА	.17	.45*
ПРАЋЕННО	.12	.29
ПРАЋЕНТФ	-.34	-.15
ТЕРМИН	-.07	.22
НОВИНЕ	.45	.52*
ВЕРОВАЊЕ	.07	.34*

Табела 3. Центроиди група (F)

Група	F
1. преко 60 год.	-.7381
2. 51 - 60 год.	-.6546
3. 41 - 50 год.	-.2011
4. 31 - 40 год.	-.0377
5. 21 - 30 год.	.3149
6. до 20 год.	.7419

Добијени статистички значајни фактор раздваја групу 6 (до 20 година) од група 1(преко 60 година) и 2 (51 - 60 година). Значи, с једне стране се налазе испитаници млађи од 20 година који иначе не прате метеоролошке извештаје, не прате их путем телевизије и радија, нити верују метеоролозима, а с друге испитаници стари преко 60 и од 51 до 60 година са супротним односом према праћењу метеоролошких извештаја и веровању метеоролозима.

4.2. Дискриминациона анализа начина праћења метеоролошких извештаја према полу и образовању испитаника

Дискриминацина анализа је показала де се у простору начина праћења метеоролошких извештаја испитаници статистички значајно не разликују по полу (P=.3288), нити по образовању (P=.0557).

4.3. Дискриминациона анализа начина праћења метеоролошких извештаја према пребивалишту испитаника

У табели 4. дати су подаци о првој дискриминационој функцији. Од две теоријски могуће само је једна статистички значајна.

Табела 4. Прва дискриминациона функција

Дискрим. функција	Дискр.вредн. Ламбда	Проценат објаш. варијабилитета	Канонична корелација	хи-квадрат	Степени слободе	Статист. значајн.
1	.8557	79.64	.3402	52.139	16	.0000

Дискриминациона функција објашњава скоро четири петине дискриминационог варијабилитета.Канонична корелација је ниска што значи да на начин праћења добрим делом утичу и други фактори који карактеришу испитанике.

Табела 5. Стандардизовани дискриминациони коефицијенти (К) и корелације (Ц) између варијабли и дискриминационе функције

	K	C
ПРАЋЕЊЕ	-.37	.14
ПРАЋЕНТВ	.69	.60*
ПРАЋЕНРА	.19	.19
ПРАЋЕННО	-.11	-.04
ПРАЋЕНТФ	-.42	-.43*
ТЕРМИН	-.18	.08
НОВИНЕ	.31	.42*
ВЕРОВАЊЕ	.48	.63*

Табела 6. Центроиди група (Ф)

Група	F
1. ужи део града	.2568
2. приградско насеље	.1701
3. село у околини града	-.5454

Дискриминациона фукција има релативно ниске дискриминационе коефицијенте. Корелација између дискриминационих варијабли и функције показује да је дискриминациона функција најбоље одређена следећим варијабалама: Да ли верујете метеоролозима (.63), Да ли пратите извештаје о времену путем ТВ (.60), Да ли се лично телефоном информишете о времену (.43) и Да ли пратите извештаје о времену путем новина (.42).

Смер коефицијената указује да је реч о испитаницима који не верују метеоролозима, не прате извештаје о времену путем телевизије и новина, али се телефоном лично информишу о времену.

Из табеле 6 види се да наведене карактеристике имају категорије испитаника из ужег дела града и приградских насеља. Дискриминациона функција овим двема групама супроставља категорију испитаника који живе у селима у околини Београда. Они, управо обратно, верују метеоролозима, прате извештаје о времену путем телевизије и новина и статистички значајно ређе се лично телефоном информишу о времену.

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је показало да на подручју Београда постоје статистистички значајне разлике у начину праћења извештаја о времену с обзиром на године старости испитаника чиме је хипотеза Х1 одбачена. Издвајају се две групе испитаника, млађи, до 20 година старости и старији , преко 51 године. Најмлађи испитаници углавном или никада не прате извештаје о вермену, не верују у њих, и не прате их путем телевизије и радија, што би могло да се објасни њиховом преокупацијом школовањем или другим активностима примереним младалачком узрасту које се временски поклапају са најзаступљенијим терминима саопштавања метеоролошких извештаја. Нередовно праћење метеоролошких информација вероватно ствара погрешан утисак о њиховој тачности што би могао да буде и разлог неверовања у њих. Супротно томе, старији испитаници скоро свакодневно или углавном прате извештаје о времену, верују у њих и најчешће их прате путем телевизије и радија. Највероватнији разлог за то је што су старији испитаници са годинама живота стекли увид у значајност метеоролошке информације (посебно у оквиру професионалне делатности) и њену поузданост, а најстарији међу њима и због тога што имају више слободног времена.

Начин праћења извештаја о времену статистички се значајно не разликује нити по полу нити по образовању испитаника, чиме су хипотезе Х2 и Х3 потврђене.

Затим, истраживање је показало да на подручју Београда постоје статистички значајне разлике у начину праћења извештаја о времену с обзиром на пребивалиште испитаника чиме је хипотеза Х4 одбачена. И у овом случају издвајају се две групе испитаника. Једну чине испитаници из ужег дела града и приградских насеља (урбани део) који статистички значајно не верују метеоролозима, не прате извештаје о времену путем телевизије и новина, али се лично телефоном информишу о времену. Једно од могућих објашњења за наведене карактеристике поменуте групе могло би да буде да је у урбаном делу Београда испитаницима доступно обиље метеоролошких информација путем различитих медија у којима има доста нетачности (искуствено уочено у метеоролошкој слузби), па испитаници сумњају у поузданост тих информација и због тога се одлучују да се лично телефоном информишу. Другу групу чине испитаници из села у околини Београда који верују метеоролозима, прате извештаје о времену путем телевизије и новина, али се статистички значајно ређе лично телефоном информишу него испитници из претходно поменуте групе. Једно од могућих објашњења за наведене карактеристике ове групе је чињеница да су им информације о времену веома значајне због основне делатности (пољопривреда), прате их и оријентисани су на своје уобичајене медијске изворе информација о времену (информативне емисија ујутро и увече), верују у њих и због тога се не одлучују да се лично телефоном информишу (томе треба додати вероватно и мањи број телефонских претплатника).

ЛИТЕРАТУРА:

Група аутора (Цветановић,С; Ђекић,М; Стожинић,С; Војновић-Кљајић, Р; Трамошљанин,М; Јовановић,О.) (1988): Утицај времена на здравље људи. Научна књига. Београд
Мијановић, Љ.(1996): Демографска слика Београда. Педагошка стварност, XLI, 1-2, 7-26.
Плазинић, С.(1985): Техничка метеорологија. Научна књига. Београд
Тодоровић, Н.; Паскота, М.(1995): Примена дискриминационе анализе у метеорологији. Зборник радова XXII SYM-OP-IS, 967-970.
Тодоровић, Н.(1997): Временске прилике и маратон. Физичка култура, 50, 3, 201-206.
Тодоровић, Н.(1998): Праћење метеоролошких извештаја у јавности. РХМЗ Србије.(у штампи)
Чобанов, З.(1992): Ваздухопловна метеорологија. Научна књига. Београд
WMO, No-160.(1964): A survey of human biometeorology. WMO. Geneva.
WMO, No-835.(1996): Weather and sport. WMO. Geneva.

КОРИШЋЕЊЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ ИНФОРМАЦИЈА У ЈАВНОСТИ

Недељко Тодоровић, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије,
Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The aim of this paper is to examine if general public in Belgrade and wider surroundings uses meteorological reports and to examine if there are the differences in use of meteorological reports, considering some socio-demographic characteristics of examinees . The research was carried out during 1996 and 1997 on the sample of 341 examinees who are older than 14. Variables elaborated in this paper are the part of a questionaire which is a base for a deeper research titled "Public Opinion and Meteorology". The results show that 78,9% of examinees use meteorological reports. Meteorological reports are used by older examinees, with very low education, farmers and those who live in rural areas near Belgrade significantly more often than the others.

Абстракт

Циљ рада је да се утврди да ли јавност на подручју Београда и шире околине користи метеоролошке извештаје и да ли постоје разлике у коришћењу с обзиром на неке социо-демографске карактеристике испитаника. Истраживање је урађено у току 1996/97 године на узорку од 341 испитаника свих старосних група изнад 14 година. Варијабле обрађене у овом раду део су упитника који је основа ширег истраживања под насловом "Јавно мнење и метеорологија". Резултати су показали да 78,9% испитаника користи метеоролошке информације. Статистички значајно чешће од осталих метеоролошке информације користе старији испитаници, они са врло ниским образовањем, пољопреивредници и они са пребивалиштем у селима околине града.

1. УВОД

Многе људске делатности у директној су зависности од временских прилика. Безбедност и ефикасност човекове делатности у оквиру разних привредних грана као што су индустрија, енергетика (Плазинић, 1985:1-6), пољопривреда, саобраћај (Чобанов, 1992:1-3), туризам, здравство (WMO, No-160; Цветановић и остали, 1988:24-25), спорт (WMO, No-835; Тодоровић, 1996), за време ексцесних метеоролошких и еколошких ситуација (Тодоровић, 1990) и других не мање важних свакодневних делатности у непосредној су зависности од поуздане информације о временским приликама, прошлим, актуелним и будућим. На основу итраживања јавног мнења на подручју Београда (Тодоровић, 1998, у штампи) познато је да се извештаји о времену у високом проценту прате (85%) и да се у њих верује (83,5%). А да ли заинтересовани појединци, привредне и непривредне организације користе метеоролошке информације у својим активностима тешко је утврдити без посебног истраживања усмереног ка тој проблематици. У овом раду покушано је да се путем истраживања јавног мнења установи у ком степену испитаници са територије Београда, у зависности од неких социо-демографских карактеристика, користе метеоролошке информације, а само посредно преко занимања и запослености да ли их користе у основној делатности на радном масту (привреда, непривреда, итд.). На подручју Београда и шире околине урађено је опширно истраживање под насловом "Јавно мнење и метеорологија" које је засновано на Упитнику (ЈММ) који садржи 103 варијабле од којих је у овом раду одабрано 11 које се односе на коришћење метеоролошких информација.

ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА И ХИПОТЕЗЕ

Први циљ рада је да се утврди да ли се и у ком проценту користе метеоролошке информације у јавности. Други циљ је да се уочи да ли се испитаници разликују у односу на коришћење метеоролошких извештаја с обзиром на неке социо-демографске карактеристике. У складу са циљем постављено је пет нултих хипотеза:

Х1 - испитаници различитих старосних група не разликују се у коришћењу метеоролошких информација,
Х2 - испитаници различитог образовања не разликују се у коришћењу метеоролошких информација,
Х3 - испитаници различитог занимања не разликују се у коришћењу метеоролошких информација,
Х4 - испитаници са различитом основном делатношћу не разликују се у коришћењу метеоролошких информација,
Х5 - испитаници различитог пребивалишта не разликују се у коришћењу метеоролошких информација,

3. МЕТОДИ РАДА

3.1. Узорак испитаника

Узорак целокупног истраживања, па тако и овог дела, сачињава 341 испитаник са подручја града Београда (ужи део града, приградска насеља и села ван урбаног дела). Структура испитаника (старост, пол, образовање, радна активност, место становања) приближно одговара демографској структури становништва на територији града Београда према попису из 1991. године, уз напомену да су испитаници били старији од 14 година (Мијановић,1996). Подаци о структури испитаника налазе се у табелама од 12 до 16 (табеле контингенције) које су приказане у раду. Коришћен је квотни узорак по старости, полу и образовању. Узорак је мало померен ка млађој и образованијој структури а пошто је померање незнатно није урађена пондерација.

3.2. Избор променљивих

Променљиве из целокупног истраживања подељене су у блокове: I Подаци о испитанику, II Праћење метеоролошких извештаја, III Коришћење метеоролошких извештаја, IV Синоптика, V Медицинска метеорологија, VI Климатологија, VII Утицај на време и заштита средине и VIII Знање из метеорологије. У овом раду обрађено је 11 променљивихбли које се односе на коришћење метеоролошких извештаја, а које су заједно са својим категоријама приказане у табелама од 1 до 11.

3.3. Методи обраде података

Подаци су обрађени на дескриптивном нивоу који најпре укључује израчунавање дистрибуција (апсолутних и релативних фреквенција) испитаника по категоријама сваке од испитиваних променљивих. Затим су урађене табеле контингенције с припадајућим параметрима, а главна статистичка обрада извршена је хи-квадрат тестом за табеле контингенције. Као критична вредност статистичке значајности узета је вредност грешке мања од 5% (Ивановић, 1973:310-328).

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА

4.1. Дескриптивни подаци

У табелама од 1 до 11 приказане су дистрибуције испитаника (апсолутне и релативне фреквенције) по категоријама 11 променљивих које описују коришћење извештаја о времену.

У променљивој која нам даје увид у коришћење метеоролошких извештаја независно од тога за коју су активност кориснику потребни (табела 1) уочљиво је да их 78,9% испитаника користи (26,4% скоро свакодневно), а да их 6,1% испитаника никада не користи. Дакле, метеоролошке информације користи нешто мање испитаника него што их прати и верује у њих (78,9% на према 85% тј. 83,5%). Затим су у табелама од 2 до 9 дате дистрибуције испитаника по категоријама променљивих које се односе на коришћење метеоролошких информација у неким активностима испитаника. За пољопривредне радове информације користи 41,3% испитаника (24,3% често), за грађевинске радове 32,6% (13,8% често), за пловидбу и риболов 21,7% (11,4% често), за путовања 78,9% (31,1 % често), за спортске активности 53,6 % (24,0 % често), за одмор и рекреацију 75,7% (31,4% често), за свакодневне изласке из куће као што су одлазак на посао, у школу, куповину и слично 73,6% (44,9 % често) а за неке друге активности (које у упитнику нису дефинисане) 23,2% испитаника. У табели 10 дата је дистрибуција испитаника у променљивој која се односи на коришћење метеоролошке информације на радном месту испитаника коју би он могао да добије непосредно од метеоролошке службе. У том случају информацију би користило 20,8% испитаника (8,8% скоро свакодневно). А у случају када би знали телефон метеоролошке службе (табела 11) 29,7% испитаника би се лично информисало о времену (9,7% скоро свакодневно).

4.2. Анализа табела контингенције

Од 11 променљивих које описују простор који се односи на коришћење метеоролошких информација у јавности изабрана је она која се односи на коришћење независно од активности

испитаника (" Да ли вам користе извештаји о времену"). У табелама од 12 до 16 дати су резултати истраживања да ли коришћење метеоролошких информација зависи од година старости, образовања, занимања, основне делатности на радном месту и пребивалишта. У свим приказаним табелама веза између варијабли је статистички значајна, а само у појединим ћелијама (углавном у категоријама углавном не и не, никада) апсолутна заступљеност испитаника је мала тако да у тим случајевима закључке треба доносити с опрезом.

Веза између промењљивих "године старости" и "да ли користите извештаје о времену" приказана је у табели 12. Испитаници старији од 60 година скоро свакодневно дупло чешће користе метеоролошке информације него што су заступљени у узорку. Удео категорије испитаника од 51 до 60 година у категоријама " да, скоро свакодневно" и "углавном да" релативно је подједнак њиховој заступљености у укупном узорку. Испитаници од 41 до 50 година нешто ређе свакодневно, али зато нешто чешће углавном користе информације. Испитаници од 31 до 40 година већ показују тенденцију некоришћења информација, релативно су најзаступљенији у категорији "углавном не". Испитаници од 21 до 30 и млађи од 20 година нешто ређе користе метеоролошке информације него што су заступљени у узорку, а они најмлађи у категорији "не, никада" чак и дупло ређе . Посматрајући у целини везу ове две промењљиве уочава се да старији релативно чешће, а млађи релативно ређе користе метеоролошке информације.

Веза промењљивих "образовање" и "да ли користите извештаје о времену" приказана је у табели 13. Запажа се да скоро све категорије испитаника релативно подједнако својој заступљености у узорку користе метеоролошке информације, а извесно одступање показују они са средњом школом који их углавном ређе и они са непотпуном основном школом који их скоро свакодневно дупло чешће користе.

Веза промењљивих "занимање" и "да ли користите извештаје о времену" приказана је у табели 14. Удео испитаници без квалификације релативно је подједнак њиховој заступљености у укупном узорку.

Ученици и студенти изразито ређе, радници мало чешће свакодневно, земљорадници изразито чешће свакодневно, службеници у непривредним делатностима углавном мало чешће, службеници у привредним делатностима релативно подједнако, а пензионери мало чешће свакодневно користе метеоролошке информације него што су заступљени у укупном узорку. Веза ове две промењљиве не даје нам праву слику да ли испитаници користе метеоролошке информације при делатностима везаним за њихово занимање или за неке друге непрофесионалне активности.

Поузданији резултат даје веза промењљивих "делатност" и "да ли користите извештаје о времену" која је приказана у табели 15. Незапослени испитаници користе информације свакодневно мало чешће, испитаници на школовању изразито ређе, испитаници у самосталним делатностима свакодневно мало чешће, пољопривредници изразито чешће свакодневно, запослени у непривреди углавном мало чешће, запослени у привреди релативно подједнако, а испитаници у пензији свакодневно мало чешће користе метеоролошке информације него што су заступљени у укупном узорку.

Дакле, веза последње две промењљиве донекле потврђује везу између претходне две, тј. испитаници одређеног занимања користе метеоролошке информације у складу са тим и у основној делатности на свом радном месту.

Веза између промењљивих "пребивалиште" и "да ли користите извештаје о времену" приказана је табели 16. Испитаници из ужег дела града и приградских насеља углавном мало ређе, а они из села у околини приметно чешће свакодневно користе информације о времену него што су заступљени у укупном узорку.

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је показало да се на подручју Београда метеоролошке информације у веома високом проценту (78,9%) користе у јавности и то у нешто мањем проценту у односу на праћење (85,0%) што потврђује њену важност за испитанике. Такође, испитаници у високом проценту користе метеоролошке информације за пољопривредне и грађевинске радове, за пловидбу и риболов, а у веома високом проценту за путовања, одмор и рекреацију, спортске активности и за свакодневне изласке из куће као што су одлазак на посао, у школу, куповину и слично. Истовремено, резултати истраживања показују да би 20,8% испитаника користило метеоролошке информације на свом радном месту уколико би их добили непосредно од метеоролошке службе, а чак 29,7% испитаника би се ,знајући телефон, лично информисало. Постављене хипотезе тестиране су хи-квадрат тестом, а при интерпретацији табела контингенције узета је обзир чињеница да је апсолутни број испитаника у појединим ћелијама врло мали. Веза између промењљиве "да ли користите извештаје о времену" с једне стране и промењљивих "године старости" (П=0,00228), "образовање"(П=0,01286), "занимање"(П=0,00006), "делатност" (П=0,00029) и "пребивалиште"(П=0,00283) статистички је значајна. Дакле, године старости, образовање, занимање, делатност на радном масту и пребивалиште су фактори који утичу на коришћење метеоролошких информација. Тиме свих пет хипотеза није прихваћено, тј. испитаници се разликују по годинама старости, образовању, занимању, делатности и пребивалишту у коришћењу метеоролошких информација. Коришћење метеоролошких информација има тенденцију пораста са повећањем година старости испитаника, старији их релативно чешће, а млађи релативно ређе користе. Испитаници свих нивоа образовања користе метеоролошке информације релативно подједнако својој заступљености у узорку, а извесно одступање показују они са средњом школом који их углавном ређе користе , и они са непотпуном основном школом који их скоро свакодневно дупло чешће користе. Кад је у питању занимање испитаника и њихова основна делатност на радном месту уочљиво је да пољопривредници изразито чешће, а ученици и студенти изразито ређе користе метеоролошке информације, док остале категорије испитаника то чине незнатно чешће или релативно подједнако њиховој заступљености у укупном узорку. Затим, испитаници из ужег дела града и приградских насеља углавном мало ређе, а они из села у околини приметно чешће свакодневно користе информације о времену него што су заступљени у укупном узорку.

Резултати истраживања указују да јавност на подручју Београда користи метеоролошке информације и да при томе старији испитаници, затим они са непотпуном основном школом, пољопривредници и они из села у околини то чине релативно чешће у односу на друге категорије испитаника. Увид у степен ефикасности и непосредну корист од метеоролошких информација у појединим делатностима привреде и непривреде може се добити неким другим специфичним истраживањима.

Табела 1. Да ли вам користе извештаји о времену.

	да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апс	90	179	51	21	341
%	26,4	52,5	15,0	6,1	100

Табела 2. Да ли вам обавештење о времену користи за пољопривредне радове.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	83	58	200	341
%	24,3	17,0	58,7	100

Табела 3. Да ли вам обавештење о времену користи заграђевинске радове.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	47	64	230	341
%	13,8	18,8	67,4	100

Табела 4. Да ли вам обавештење о времену користи за пловидбу и риболов.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	39	35	267	341
%	11,4	10,3	78,3	100

Табела 5. Да ли вам обавештење о времену користи за путовања.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	106	163	72	341
%	31,1	47,8	21,1	100

Табела 6. Да ли вам обавештење о времену користи за спорт.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	82	101	158	341
%	24,0	29,6	46,4	100

Табела 7. Да ли вам обавештење о времену користи за одмор и рекреацију.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	107	151	83	341
%	31,4	44,3	24,3	100

Табела 8. Да ли вам обавештење о времену користи за свакодневне излaске из куће (посао, школа, куповина и слично).

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	153	98	90	341
%	44,9	28,7	26,4	100

Табела 9. Да ли вам обавештење о времену користи за неке друге активности.

	да, често	да, понекад	не	укупно
апс	31	48	261	341
%	9,1	14,1	76,8	100

Табела 10. Да ли би вам обавештење о времену непосредно од метеоролошке службе користило за делатности на радном месту.

	да, скоро свакод-невно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апс	30	41	98	172	341
%	8,8	12,0	28,7	50,5	100

Табела 11. Да ли бисте се, знајући телефон метеор. службе, лично информисали о времену.

	да, скоро свакод-невно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
апс	33	75	124	109	341
%	9,7	22,0	36,4	31,9	100,0

Табела 12. Године старости - коришћење

године старости		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
.> 60	апс.	22	19	2	2	45
	%	49,0	42,2	4,4	4,4	13,2
	%	24,4	10,6	3,9	10,0	
51-60	апс.	8	21	2	1	32
	%	25,0	65,6	6,3	3,1	9,4
	%	8,9	11,7	3,9	5,0	
41-50	апс.	11	45	4	3	63
	%	17,5	71,4	6,3	4,8	18,5
	%	12,2	25,1	7,8	15,0	
31-40	апс.	15	34	14	2	65
	%	23,1	52,3	21,5	3,1	19,1
	%	16,7	19,0	27,5	10,0	
21-30	апс.	21	32	16	5	74
	%	28,4	43,2	21,6	6,8	21,7
	%	23,3	17,9	31,4	25,0	
=<20	апс.	13	28	13	8	62
	%	21,0	45,2	21,0	12,9	18,2
	%	14,4	15,6	25,5	35,0	
укупно	апс.	90	179	51	21	341
	%	26,4	52,5	15,0	6,1	100,0

Хи-квадрат=42,64 П=0.00228

Табела 13. Образовање - коришћење

образо-вање		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не, никада	укупно
научни степен	апс.	-	7	-	-	7
	%	-	100,0	-	-	2,1
	%	-	3,9	-	-	
факул-тет	апс.	20	34	10	1	65
	%	30,8	52,3	15,4	1,5	19,1
	%	22,2	19,0	19,6	5,0	
виша школа	апс.	9	23	3	-	35
	%	25,7	65,7	8,6	-	10,3
	%	10,0	12,8	5,9	-	
средња школа	апс.	35	83	31	12	161
	%	21,7	51,6	19,3	7,5	47,2
	%	38,9	46,4	60,8	60,0	
основна школа	апс.	12	20	5	7	44
	%	27,3	45,5	11,4	15,8	12,9
	%	13,3	11,2	9,8	30,0	
непот.ос. школа	апс.	14	12	2	1	29
	%	48,3	41,4	6,9	3,4	8,5
	%	15,6	6,7	3,9	5,0	
укупно	апс.	90	179	51	21	341
	%	26,4	52,5	15,0	6,1	100,0

Хи-квадрат=36,65 П=0.01286

Табела 14. Занимање - коришћење

занимање		да, скоро свакод-невно	углавном да	углавном не	не	укупно
без квалифи-кације	апс.	5	6	1	-	12
	%	41,7	50,0	8,3	-	3,5
	%	5,6	3,4	2,0	-	
ученици, студенти	апс.	15	34	26	10	85
	%	17,6	40,0	30,6	11,8	24,9
	%	16,7	19,0	51,0	45,0	
радници	апс.	16	25	2	4	47
	%	34,0	53,2	4,3	8,5	13,8
	%	17,8	14,0	3,9	20,0	
зем-љорад-ници	апс.	14	7	1	2	24
	%	58,3	29,2	4,2	8,3	7,0
	%	15,6	3,9	2,0	10,0	
службеници у непр..делат	апс.	19	65	14	2	100
	%	19,0	65,0	14,0	2,0	29,3
	%	21,1	36,3	27,5	10,0	
службеници у привред. делат.	апс.	9	26	6	2	43
	%	20,9	60,5	14,0	4,7	12,6
	%	10,0	14,5	11,8	10,0	
пензион-ери	апс.	12	16	1	1	30
	%	40,0	53,3	3,3	3,3	8,8
	%	13,3	8,9	2,0	5,0	
укупно	апс.	90	179	51	21	341
	%	26,4	52,5	15,0	6,1	100,0

Хи-квадрат=60,29 П=0.00006

Табела 15. Делатност - коришћење

делатност		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не	укупно
незапос-леност	ап	6	5	2	-	13
	с	46,2	38,5	15,4	-	3,8
	%	6,7	2,8	3,9	-	
школо-вање	ап	15	34	26	10	85
	с	17,6	40,0	30,6	11,8	24,9
	%	16,7	19,0	51,0	45,0	
самостална делатност	ап	6	5	2	1	14
	с	42,9	35,7	14,3	7,1	4,1
	%	6,7	2,8	3,9	5,0	
пољо-привреда	ап	14	10	2	2	28
	с	50,0	35,7	7,1	7,1	8,2
	%	15,6	5,6	2,9	10,0	
неприв-редна де-латност.	ап	19	71	12	4	106
	с	17,9	67,0	11,3	3,8	31,1
	%	21,1	39,7	23,5	20,0	
привредна делатност.	ап	18	38	6	3	65
	с	27,7	58,5	9,2	4,7	19,1
	%	20,0	21,2	11,8	15,0	
пензија	ап	12	16	1	1	30
	с	40,0	53,3	3,3	3,3	8,8
	%	13,3	8,9	2,0	5,0	
укупно	ап	90	179	51	21	341
	с	26,4	52,5	15,0	6,1	100,0
	%					

Хи-квадрат=55,23 П=0.00029

Табела 16. Пребивалиште- коришћење

преби-валиште		да, скоро свакодневно	углавном да	углавном не	не	укупно
ужи део града	апс.	37	100	32	12	181
	%	20,4	55,2	17,7	6,7	53,1
	%	41,1	55,9	62,7	55,0	
приград. насеље	апс.	11	33	12	1	57
	%	19,3	57,9	21,1	1,8	16,7
	%	12,2	18,4	23,5	5,0	
село у околини	апс.	42	46	7	8	103
	%	40,8	44,7	6,8	7,8	30,2
	%	46,7	25,7	13,7	40,0	
укупно	апс.	90	179	51	21	341
	%	26,4	52,5	15,0	6,1	100,0

Хи-квадрат= 23,44 П=0,00283

ЛИТЕРАТУРА:

Ивановић, Б.(1973): Теоријска статистика. Научна књига. Београд
Мијановић, Љ.(1996): Демографска слика Београда. Педагошка стварност, XLI, 1-2, 7-26.
Плазинић, С.(1985): Техничка метеорологија. Научна књига. Београд
Тодоровић, Н.(1990): Најава атмосферских падавина радаром и нуклеарне несреће. Зборник радова са саветовања "Еколошки проблеми Београда ", II, 335-342.
Тодоровић, Н.(1997): Временске прилике и маратон. Физичка култура, 50, 3, 201-206.
Тодоровић,Н.(1998): Праћење метеоролошких извештаја у јавности. РХМЗ Србије.(у штампи)
Цветановић,С; М.Ђекић; С.Стожинић; Р.Војновић-Кљаjић; М.Трамошљанин; О.Јовановић (1988): Утицај времена на здравље људи. Научна књига. Београд
Чобанов, З.(1992): Ваздухопловна метеорологија. Научна књига. Београд
WMO, No-160.(1964): A survey of human biometeorology. WMO. Geneva.
WMO, No-835.(1996): Weather and sport. WMO. Geneva.

ИНФОРМАЦИЈЕ О КЛИМИ НА ИНТЕРНЕТУ

Раденко Павловић, дипл. мет., Милена Симјановски, дипл. мет., Немања Крпић, дипл. мет., Драган Михић, дипл. мет.
Савезни хидрометеоролошки завод, Бирчанинова 6
Београд, Југославија

Abstract

This paper analyzes curent presentations witch contain climatological informations on the Internet. It is shown that reliable information could be found on many locations (adresses), wherethere they belong to the international organizations or to the national services. Also, many things about the history of data, scientific research projects, future climat changes, etc. All those informations can be used for education, broadening of international scientific cooperation, or just for informing the population. A short review of the climatological data for both hemispheres and specific countries, including FR Yugoslavia, is given.

Абстракт

У овом раду је анализирано текуће представљање климатолошких информација на Интернету. Показано је да се на више адреса могу наћи поуздане информације и то из Организација међународног карактера као и оних националног типа. Приказано је да се на климатолошким сајтовима може сазнати више о историји података, научним истраживањима, будућим климатским променама и сл. Све ове информације се могу користити у едукативном и информативном смислу, а могу бити и предмет међународне научне сарадње. У раду је такође дат кратак преглед климатолошких података везаних за целу хемисферу и одређене земље међу којима је и СР Југославија.

1. Увод

Интернет је највећа постојећа мрежа више милиона рачунара повезаних различити врстама телекомуникационих веза. (Поред међусобне телекомуникационе везе сваки од индивидуалних рачунара мора да има инсталиран софтерски програм који обезбеђује комуникацију са другим рачунарима у мрежи).

Сваки индивидуалан рачунар на Интернет-у може да комуницира са свим осталим без обзира на начин повезивања. Зато је Интернет постао једно од најмасовније коришћених средстава комуникације и размене информација. Корисници Интернета из СР Југославије су тек у новембру 1996. године добили могућност за приступ Интернету. Одмах након тога дошло је до убрзаног развоја примена Интернета, тако да се процењује да је у СРЈ крајем априла 1998. године било око 50.000 корисника Интернета.

2. Метеоролошки сајтови у свету

Почећемо од анализе података представљених на сајту СМО (Светске Метеоролошке Организације). Са овог сајта могуће је упознати се са свим програмима и истраживањима у оквиру ове организације и земаља чланица СМО. Светски програм из климе се састоји из:

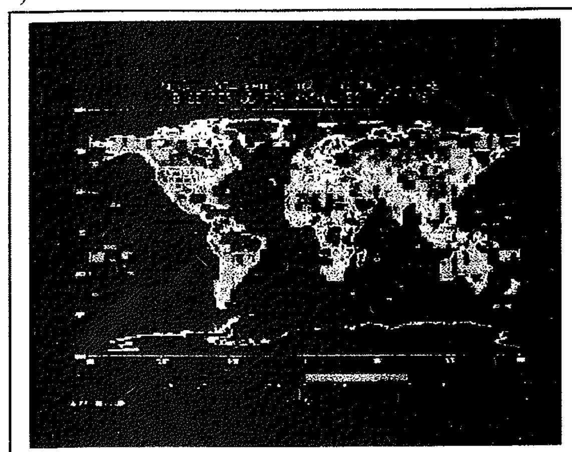
- светских климатолошких података и програма мониторинга
светског климатолошког програма услуга и питања
- светског климатолошког програма одговорности и опорезивања
- светског програма климатолошких истраживања.

Сваки од ових програма је координаран са радом земаља чланица СМО.

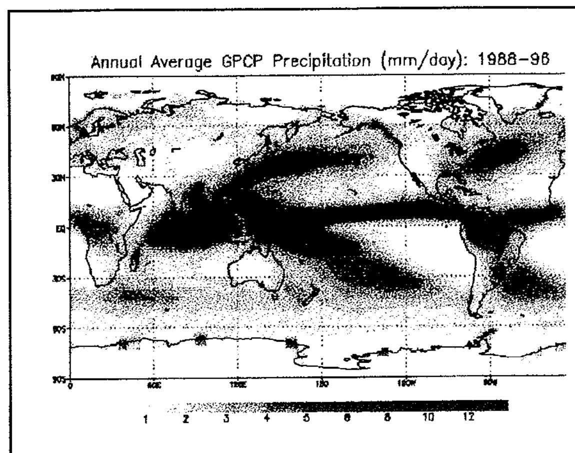
За добијање **прецизних климатских анализа** потребно је имати што већи број података који датирају од првих инструметалних мерења до данас. Реконструкција климе и давање било каквих климатских прогноза је обиман посао који захтева коришћење разноврсних података који могу помоћи у овом задатку. Данас, СМО води рачуна о изворима података са целе земљине хемисфере. Ови подаци стално пролазе високе контроле тако да је готово у потпуности искључена грешка у податку. WEB сите СМО-а омогућава упознавање са свим изворима података тако да се у зависности од интересовања можемо упознати са подацима о: температури површине мора, ефекту стаклене баште, снега и леда, итд.

Све оно што је актуелно и чиме се баве климатолози и други научници из области климатологије може се видети на WEB-у СМО-а на страници резервисаној за презентацију радова. На овој страни WEB-а можемо се упознати са свим актуелностима преко слика које представљају глобалне (и регионалне) климатске анализе и тенде-нције.

а)



б)



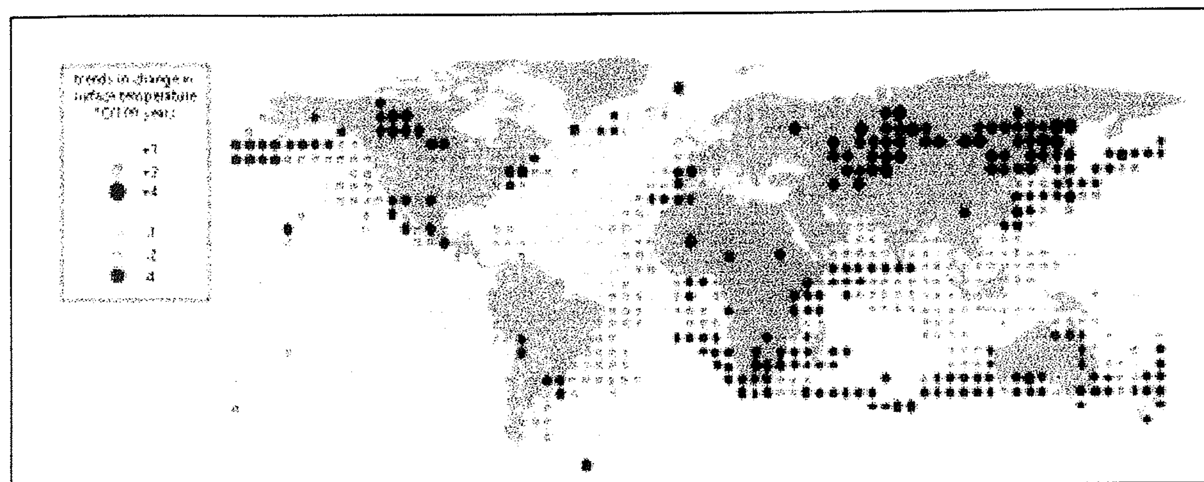
Слика1. Температурне тенденције према НОАА-и у односу на температурне аномалије за период 1951-1980.година (слика а); Глобална годишња сума падавина у mm/дану за период 1988-1996. година (слика б)

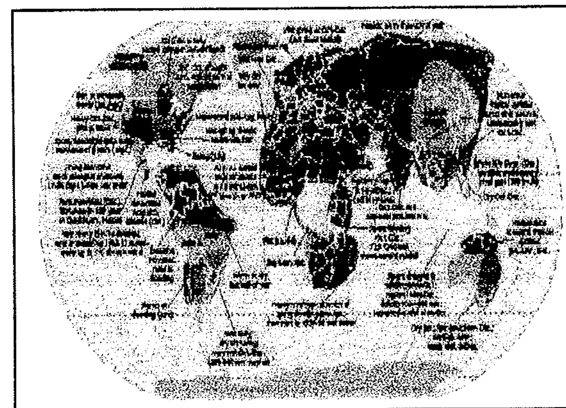
Неке од њих приказане су у овом раду.

Овај WEB нам омогучује да се упознамо и са презантацијом климатолошких WEB-ова земаља чланица СМО. Тако су нам доступне све релевантније информације на националном нивоу без претходног познавања адресе WEB-а. При овоме вака земља има своје особености у презентацији климе.

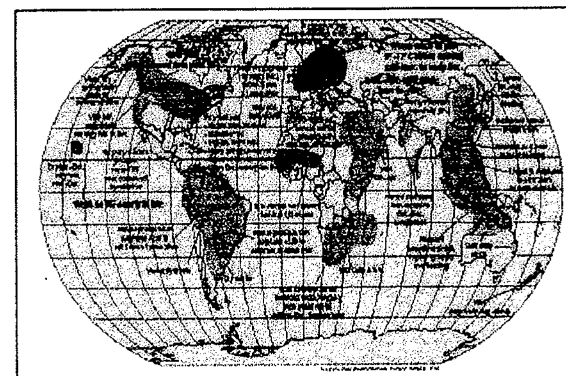
Ми смо се у овом раду одлучили за анализу климатолошког WEB-а Канаде. Иначе, овај WEB је донекле сличан свим WEB-овима великих земаља. Тако Канада даје преглед свих климатских података по појеединим (територијално-политичким) областима.

Слика 2. Тренд промене површинске температуре за протеклих 100. година)



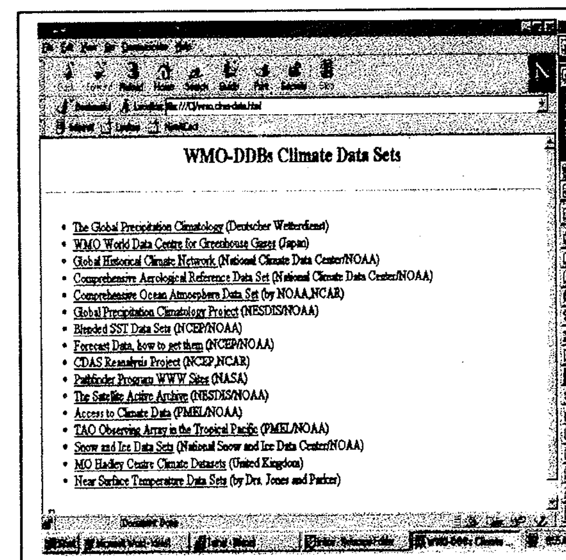


а)



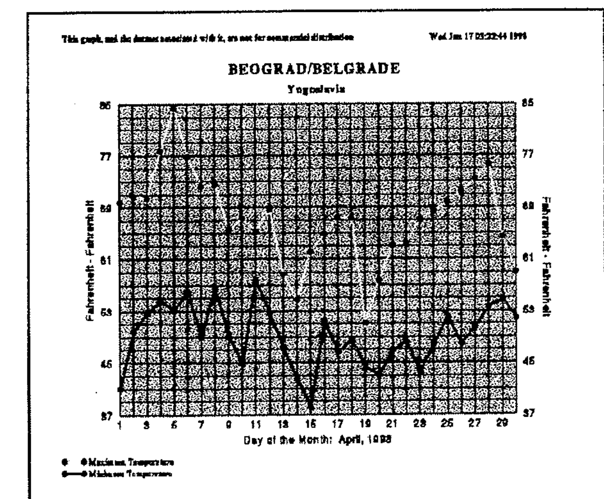
б)

Слика 3. Климатске аномалије на земљиној површини према подацима СМО током 1997. године (слика а) и током 1996. Године (слика б)



Слика 4. Изглед сајта WMO одакле се пружа могућност корисницима да се упознају са изворима климатолошких података

Он нам омогућује и упознавање са основном терминологијом која се користи у климатологији. Тако да сваки посетилац може да научи већ на првој страни о ефекту стаклене баште, климатским променама, сателитским снимцима итд. При томе они које интересује више, могу сазнати све новости из области прогнозе и Слика 5. Средња дневне екстремне температуре за април 1998. године за Београд климатских промена, енергије и климатских промена, најновијим истразивањима из климатологије итд.



Слика 5. Средња дневне екстремне температуре за април 1998. године за Београд

Важно је истаћи да је национални центар Канаде омогућио детаљно упознавање са климом која тамо влада током целе године. Тако да се ова презентација може користити и у туристичке сврхе јер је могуће за сваку област и за сваки већи град наћи податке везане за температуру, влажност, ветар итд. При томе су представљени како средњи тако и екстрамени климатолошки подаци.

Неки од примера су приказани и у овом раду.

3. Представљање података климатолошких података СР Југославије

Климатолошке податке о Југославији можемо сазнати са нашег националног WEB-а . До њега можемо доћи и незнајући адресу преко СМО-а који омогућава упознавање са свим земљама чланицама СМО, међу којима је и Југославија. Одређене климатолошке податке о нашој земљи (преко 30 градова) могуће је наћи преко НОАА-е и то на адресама:

ncdc.noaa.gov/cgibin/ghcn/precip.ghcngi и **ncdc.noaa.gov/cgibin/fhcn/temva.ghcngi**.

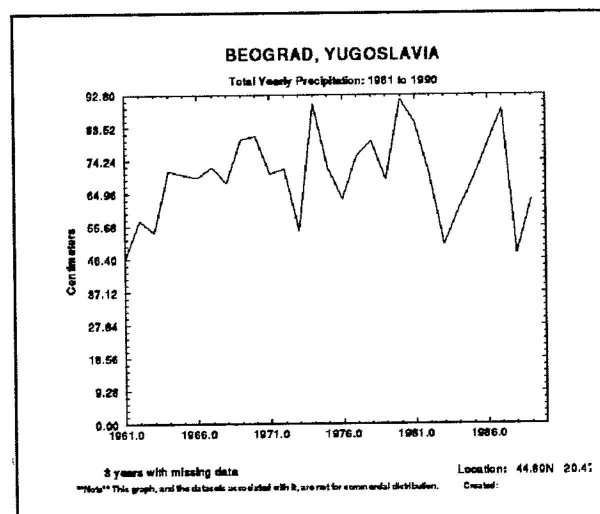
Савезни хидрометеоролошки завод претставља нашу националну хидрометеоролошку службу на адреси www.meteo.yu. На овој адреси савезни завод ће презентовати и национални климатолошки сајт. Према садашњем пројекту овај сајт ће садржати следеће податке:

-датотеку климатолошких података за 23 станице на територији СРЈ и то за климатолошки период 1961-1990. година.

-климатолошке катре (осунчавања, температуре и падавина) за период

-тренд температуре и падавинау СРЈ

-аномалије у вредностима и падавина и температура, итд.



Слика 6. Средње годишње суме падавина за Београд за период 1961-1990. Године

4. Закључак

Представљање климатолошких података на WEB-у је важно за све бројније кориснике интернета. Ове презентације треба да омогуће сваком појединцу који и није довољно упознат са метеролошком терминологијом да сазна о основним појмовима из ове области. При томе овакви WEB-ови обавезно садрже и све новости које су интересантне како у информативном тако и у научном смислу. На својеврстан начин они омогућавају упознавање и комуникацију између Светских и Националних климатолошких ценара и појединаца који посећују WEB сајтове. Наша земља се такође укључују у презентације климатологије на интернету преко Савезног хидрометеоролошког завода.

5. Литература

Пантић С. - 1997 : Интернет издаваштво, "Светлост", Чачак, Југославија
Сретеновић Д., Пековић П., Ристановић Д. - 1996 : Интернет-Специјално издање часописа "PC", PC Press, Београд, Југославија
Друштво за информатику Србије - 1998 : Информатика 98, научно-стручни скуп, Београд, Југославија

УЛОГА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СИСТЕМУ ПРЕВЕНЦИЈА И ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕМЕНТАРНИХ НЕПОГОДА

ПОЈАВА ГРАДА У ВОЈВОДИНИ

Ђорђе Кардум, дипл. мет., Мира Степановић-Николић, дипл. мет. и Милован Радмановац, дипл.мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнезе Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

Vojvodina is a part of Serbia where the hail suppression activity will be introduced very soon. On the basis of the data concerning the hail occurrence recorded in the network of metorological stations and the municipal damage reports on agricultural crops, the paper will present spatial and time distribution of hail occurrence and dameg areas in Vojvodina for the period 1978-1997 dealing to the vegetation period April - October.

Абстракт

Војводина је област у Србији у којој тек предстоји увођење одбране од града. На основу података о појави града забележених у мрежи метеоролошких станица и општинских извештаја о штетама на пољопривредним усевима, овде ће се за вегетациони период од априла до октобра, приказати временска и просторна расподела појаве града и градом тучених површина у Војводини у периоду 1978 - 1997. године.

1. УВОД

Војводина је изразито аграрно подручје, површине 2.154.000 ха, од чега је 4/5 пољопривредна површина. Град веома честа пада на подручју Војводине и сваке године значајно умањује пољопривреедну производњу.

Податке о падању града на независним и различитим основама региструје метеоролошка и општинске службе. У мрежи метеоролошких станица, којих у Војводини има око 250 региструје се појава града на станици, интензитет, време почетка и краја појаве. Општинске комисије за процену штета на пољопривредним усевима, које је изазвао град бележе датум падања града, место (атар насељеног места), захваћену (тучену) површину, врсту пољопривредне културе и њен степен оштећености.

Прикупљени подаци о граду из ова два извора могу се поредити по питању времена (дана) и места падања. Из тих разлога овде ће се на карти Војводине, приказати за вегетациони период (април - октобар), просечни годишњи број дана са појавом града и њихова расподела по месецима у последње две деценије.

Из општинских извештаја по општинама даће се просечан годишњи проценат тучених површина градом и израчунаће се колики је месечни удео тих површина у Војводини.

2. ПОЈАВА ГРАДА

Ранија истраживања су показала да је број дана са градом у Војводини висок и кретао се од 30 до 60 дана (Катић и сар., 1980; Кардум, 1991) годишње.

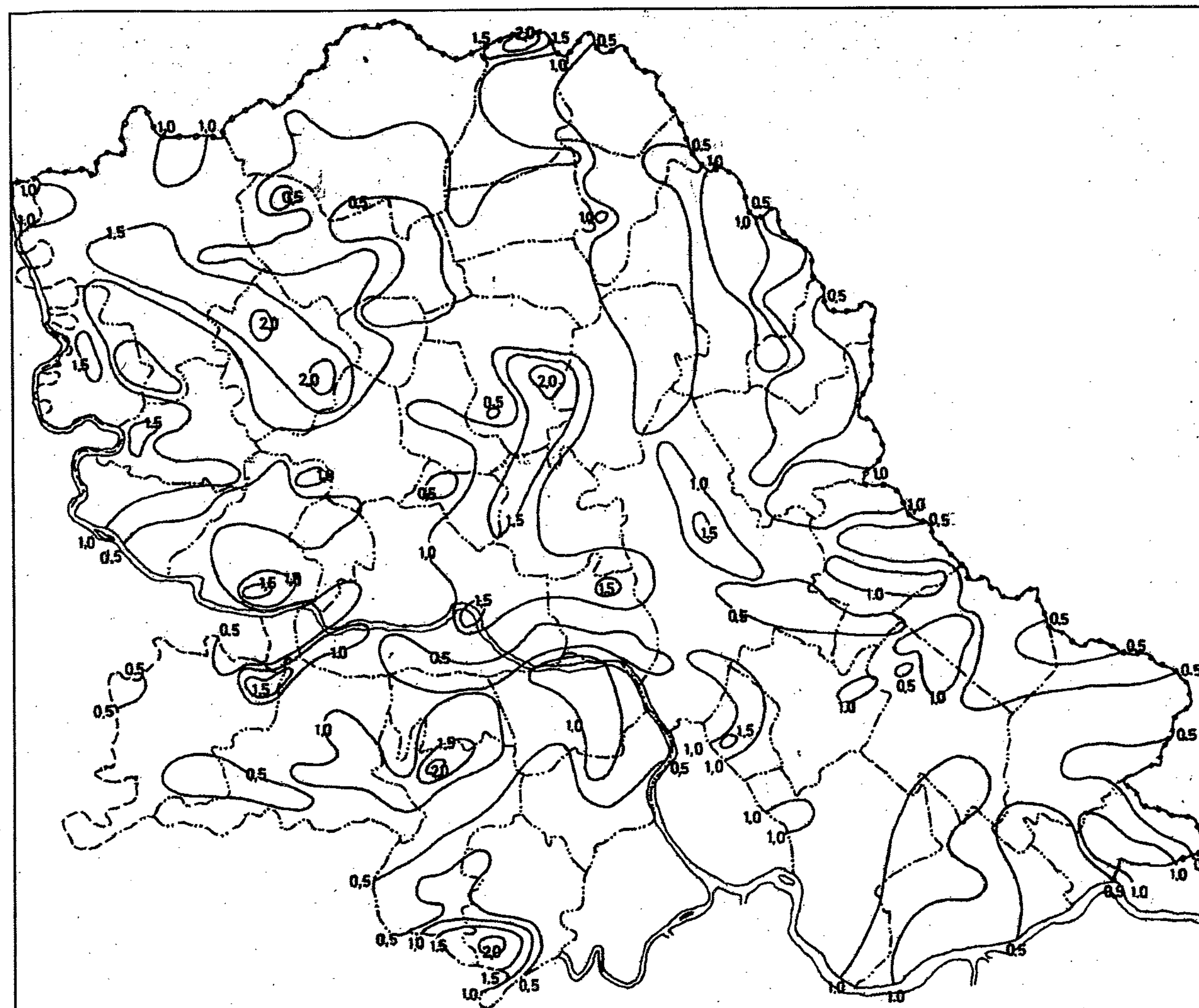
На основу прикупљених података за последњих двадесет година установљено је да у Војводини у том периоду постоји низ за 317 насељених места.

На Сл. 1 на карти Војводине приказана је просечна годишња учесталост појаве града од априла до октобра у периоду од 1978. до 1997. године. Ова карта је добијена продужењем низа са подацима од 1991 до 1997. године, раније објављене карте (Кардум, 1991).

Уочава се да су скоро сва жаришта са 2 или више дана на подручју Бачке и то у општинама Сомбор - Кула (од Сомбора преко Сивца до

Куле), затим Бечеј (у самом Бечеју), Суботица (Хоргош), а у Бачкој паланци недостајао је за 20 година само један дан па да и ту просек буде 2 дана.

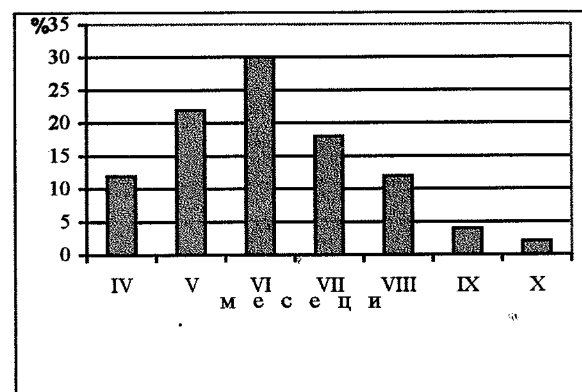
Једино жариште са више од 2 дана је још у Срему у општини Рума (Мали Радинци).



Слика 1. Просечна годишња учесталост појаве града 1978.-1997. године у Војводини.

У односу на слична ранија истраживања за период 1969-1974 (Катић и сар., 1980) и за низ 1978-1990 (Кардум, 1991) уочава се за цело подручје мањи просечан број дана са градом. Ово је последица мање градобитности у периоду 1991-1997. године, односно са изузетком 1997.године, појава града била је ређа.

У периоду од 1978 до 1997. године, од априла до октобра на територији Воводине регистровано су 874 дана са градом или у просеку скоро 44 дана годишње. Град је најчешће падао у јуну 30% или скоро 13 дана, затим следи мај са 22 % (9,4 дана) и јул са 18% (7,8 дана). У ова три месеца регистровано 70% појава града. У априлу и августу град у просеку пада у 5 дана (по 12%). У септембру појава града је 1-2 дана (4%), а у октобру скоро 1 дан (2%). На Сл. 2. приказана је честина појаве града по месецима у Војводини у периоду 1978 - 1997. г.



Слика 2. Учесталост дана са градом по месецима у периоду 1978.-1997. годинау Војводини

3. ШТЕТЕ ОД ГРАДА

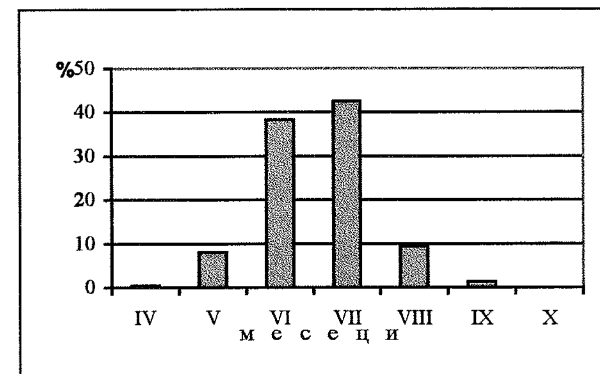
Величину градом тучених површина и степен оштећења пољопривредних култура прате надлежне општинске службе на основу утврђене методологије.

Процена степена оштећења на биљкама прилично је компликована и за сваку биљку треба да се врши независно у зависности од од њене фено фазе и по методологији процена би морала бити двостепена (предпроцена и коначна процена), а што се у пракси врло ретко ради.

Приликом одређивања величине тучене површине градом, на основу величине пољопривредних имања, утврђено је (Радиновић, 1988) да грешка у одређивању површине тученеградом на територији Србији без Војводине није већа од 1,5%. За очекивати је да је ова грешка нешто већа у Војводини, јер је и просечна величина имања већа. У сваком случају најмања грешка је у величинама тучених површина градом па ће само то бити приказано овде.

У Табели 1. приказане су по годинама величине тучених површина градом и то у хектарима и процентима укупне пољопривредне површине у Војводини.

У току последњих двадесет година у Војводини је годишње просечно захваћена (тучена) површина градом 95.431 ха или 5,35% укупне пољопривредне површине у Војводини. Највећа површина тучена градом била је 1987. године, и она је 3,5 већа од двадесетогодишњег просека, а у 1994. години површина је 4 пута мања од просека. Извештаји су стигли са 80% пољопривредне површине. У осмој деценији су прикпљени са скоро целог подручја, а у осталим годинама овај проценат је нижи.



Слика 3. Удео градом тучених површина по месецима у периоду 1978.-1997. година у Војводини

У периоду од 1978 до 1997. године, са Сл. 3. уочава се да су у јулу (42.5%) и јуну (38.3%) највеће површине захваћене градом, чак 80.8% од свих површина. Од маја до јуна је чак 98.2% укупно тучених површина са градом.

Табела 1. Величина градом тучених површина у периоду 1978 - 1997. године у Војводини

ГОДИНА	УКУПНА ПОЉО-ПРИВРЕДНА ПОВРШИНА (ха)	ПОВРШИНА СА КОЈЕ СУ САКУПЉЕНИ ПО-ДАЦИ %	ПОВРШИНА ТУЧЕНА ГРА-ДОМ (ха)	ОДНОС ТУЧЕНЕ И УКУПНЕ ПОЉО-ПРИВ. ПОВРШ. (%)
1978	1.797.465	67,2	97.325	5,42
1979	1.792.949	54,5	45.677	2,55
1980	1.791.840	59,3	61.515	3,43
1981	1.792.802	90,5	144.281	8,05
1982	1.786.511	92,0	101.754	5,70
1983	1.779.965	94,5	166.383	9,35
1984	1.780.892	95,0	146.384	8,22
1985	1.780.640	82,7	49.250	2,77
1986	1.784.417	91,8	95.769	5,37
1987	1.776.673	89,8	339.644	19,12
1988	1.777.576	98,1	45. 460	2,56
1989	1.774.901	95,0	62.098	3,50
1990	1.779.905	92,9	50.641	2,85
1991	1.779.435	62,2	51.626	2,90
1992	1.780.997	81,5	36.845	2,07
1993	1.789.977	70,8	113.753	6,35
1994	1.789.661	78,1	23.788	1,33
1995	1.794.882	71,2	70.761	3,94
1996	1.792.717	57,8	42.239	2,44
1997	1.792.717	74,3	163.514	9,10
1978-1997		79.9	95.431	5,35

4. ЗАКЉУЧАК

Појава града у Војводини је честа, у вегетационом периоду од априла до октобра у последњих двадесет година (1978-1997) просечно годишње било је више од 40 дана са градом, од чега се од маја до јула остварило 60%, а од априла до августа 94% појава.

У већем делу Војводине град пада 1 дан или чешће. Најчешћа појава града је у Бачкој, а најређа у Банату.

Жаришта са два или више дана с градом су углавном у Бачкој (у општинама Сомбор, Кула, Бечеј и Суботица) и једно у Срему (општина Рума).

Просечна годишња величина тучених површина градом је 5,4% укупне пољопривредне површине Војводине.

У јуну и јулу је 80 % , а од маја до августа чак 98 % од укупно тучених површина у периоду 1978-1997.године.

5. ЛИТЕРАТУРА

Катић, П. и сар., 1980: "Градобитна карта Војводине" Пољопривредни факултет, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
Кардум, Ђ., 1991: "Појаве и штете од града у Војводини у периоду 1969-1990. године" II Југословенска конференција за модификацију времена, Књига I стр. 231-250., Маврово.
Радиновић, Ђ., 1988:"Одбрана од града у СР Србији", РХМЗ Србије, Институт за метеорологију, Београд.

ТРЕНД ГРАДОМ ТУЧЕНИХ ПОВРШИНА У СРБИЈИ

Ђорђе Кардум, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract
As for the hail suppression activity in Serbia, it is possible to identify two areas : the protected one (the Republic of Serbia without its northern part of Vojvodina) and non-protected are (the territory of Vojvodina). Besides the fact that the percentage of hail damaged area is higher over the non-protected area, a decreasing trend in Serbia mgiht be expected, while such a trenddoes not exist in Vojvodina refering to the annuel percentage of hail damaged area.

Абстракт
По питању спровођења одбране од града у Србији постоји брањено подручје (Србија без Војводине) и небрањено подручје (Војводина). Поред тога што су проценти површина тучених градом већи на небрањеном подручју, за очекивати је да у Србији без Војводине постоји опадајући тренд, а да у Војводини не постоји такав тренд годишњих процената градом тучених површина.

1. УВОД

Територија Србије по питању спровођења одбране од града у основи се може поделити на две области :

- Србија без Војводине - брањено подручје

и

- Војводина - небрањено подручје.

На територији Србије без Војводине у задњих тридесет година спроводи се одбрана од града, у почетку на мањем делу територије, која се стално повећавала и почетком 90-их година достигла је целу пољопривредну површину од око 4 милиона хектара. Истовремено на подручју Војводине, осим пар година на веома малој површини у Срему и Јужном Банату, нема активне одбране од града на пољопривредној површини од око 1,8 милиона хектара.

У периоду ширењу и модернизације система одбране од града у Србији без Војводине за период 1971 - 1987. године, установљен је опадајући тренд (Радиновић, 1988) годишњих процената градом тучених површина. Да ли је по заокруживању система у целој области, у последњих десет година такав тренд настављен? С друге стране на подручју Војводине (небрањено подручје) је за очекивати непостојање опадајућег тренда.

2. ГРАДОМ ТУЕНЕ ПОВРШИНЕ

На територији Србије без Војводине (брањено подручје) величине градом тучених површина сакупљене су из општинских извештаја у периоду 1971 - 1997 године. За подручје Србије без Војводине за период 1971-1997. године, коришћени су подаци које је сакупио Републички хидрометеоролошки завод Србије и који су за период 1971 - 1990. године обрађени (Радиновић, 1988 и 1990).

Небрањено подручје (Војводина) је северни део Србије који се са јужне стране наслања на брањено подручје, односно највећим делом од брањеног подручја деле га реке Сава и Дунав, а у мањем делу их раздваја Тамиш и административне општинске границе. Утицај спровођења одбране од града у граничној области Војводине овде није разматран, тј. посматрано је као да су физички јасно разграничене

области што може само да пооштри прихватање унапред постављене тезе.
За подручје Војводине коришћени су објављени подаци у периоду 1969-1990. године (Кардум, 1991) који су продужена до 1997. године на основу извештаја општинских служби.

Поштујући територијални (просторни) принцип формирања временске серије цела пољопривредна површина у Србији без Војводине узета је као брањено подручје без разлике што се почетком 70-их година одбрана од града спроводила на мање од 30% пољопривредне површине, да би крајем 70-их достигла 2/3, 1984.г. 96% и 90-их година и 100% пољопривредне површине. Смањење величине пољопривредне површине у Србије без Војводине од 1971 до 1997. године, била је занемарљиво од свега 3%, док се у Војводини у периоду од 1969 до 1997. године, пољопривредна површина мењала око 2%. Овако мале промене нису могле имати значајног утицаја на територијални принцип да би се морала вршити реконструкција временске серије.

Све до 80-их година проценат територије са које нису стигли општински извештаји о градом тученим површинама, на небрањеном подручја, како у Војводини тако и у оном делу Србије без Војводине где није било активне одбране био је изузетно висок и износио је 40 - 50 %. Разлог је био мала заинтересованост општина и пољопривредних произвођача са небрањеног подручја који нису финансирали одбрану од града, да прикажу штете, па су зато поједине општине само у годинама са великим штетама вршиле процену штета и слале извештаје. На упорнија инсистирања метеоролошке службе одзив општина у Војводини је од 80-тих година знатно повећан, али су се често извештаји општина сводили само на преписивање и прослеђивање извештаја о штетама осигуравајућих завода са њиховог подручја, односно са око 1/3 пољопривредне површине, колико се у просеку осигурава у Војводини.

Прихватањем претпоставке (Радиновић, 1988) да на пољопривредним површинама са којих нема извештаја није ни било штета од града, само годишњи проценат штета на небрањеном подручју, као и однос према проценту на брањеном подручју, може бити мањи од стварног. Посредно ово може само да пооштри прихватање унапред постављене тезе.

Формиране су две временске серије годишњих процената градом тучених површина и то једна за подручје Србије без Војводине (брањено подручје) и друга за Војводину (небрањено подручје). Избором годишњих процената обезбеђени су једнаки и сукцесивни временски периоди. Слика 1. Дужина временских серија одређена је дужином расположивих података о тученим површинама градом на брањеном и небрањеном подручју и то за брањено подручје 1971-1997 и за небрањено подручје 1969-1997 година. Оба узорка спадају у категорију малих узорака, којима је обим мањи од 30, односно 50.

Слика 1.

На Сл. 1 приказани су хистограми годишњих процената градом тучених површина на подручју Србије без Војводине и у Војводини. Од краја 70-их година када се у Србији без Војводине одбрана од града спроводила на 2/3 пољопривредне површине само у две године (1988 и 1989) годишњи проценти градом тучених површина су приближни, а у осталим годинама су већи у Војводини. Податак из 1987. године, за Војводину је знатно већи од осталих (outlier), али овде није вршена корекција средине за обим узорка.

3. ТРЕНД

На основу метода поступних и покретних средњака у Србији без Војводине за период 1971 - 1987. године, (Радиновић, Ђ., 1988) установљено је постојање опадајућег тренда како на целој пољопривредној тако и на њеном брањеном и небрањеном делу. На продужени низ до 1997. године за исту област као и за Војводину за период 1969 - 1997. год., овде су примењени исти методи.

Метод покретних средњака је најчешће коришћени метод усклађивања временских серија, којим се истиче тренд у одређеној временској серији, а елиминишу краткорочне промене. Суштина овога метода је да се уместо оригиналних података узима средина тог податка, колико претходних толико и наредних података, па се на тај начин добија просечно кретање појаве којим се истиче основна тенденција (тренд) развоја појаве. На тај начин се линије сукцесивног низа средина приближава линији тренда појаве.

Покретне средине се формирају на основу 3, 4, 5 и више чланова временске серије, што представља и ред покретних средина. Слаба страна овога метода је што истраживач произвољно бира ред покретних средина.

Покретна средина III реда формира се од појава код три члана временске серије и то тако што се појава код другог члана временске серије замењује средином појаве првог, другог и трећег члана. И тако редом се замењује померајући се за једно место. При овоме први и последњи члан временске серије немају покретну средину. Покретна средина V реда формира се од појава код пет чланова временске серије и то тако што се појава код трећег члана временске серије замењује са средином појаве првог, другог, трећег, четвртог и петог члана. И тако редом. При овоме прва два и последња два члана временске серије немају покретну средину.

На Сл. 2. и Сл. 3. приказани су трогодишњи и петогодишњи покретни средњаци градом тучених површина.

На оба графика (сл. 2 и 3.) на небрањеном подручју (Војводина) не уочава се ни опадајућа ни растућа тенденција. Веће равнање, што је и очекивано је код петогодишњих покретних средњака. За брањено подручје (Србија без Војводине) до друге половине 80-их година је опадајући тренд, а потом у време када је одбрана од града заокружена практично на целој пољопривредној површини (1984.г. 96%), долази до мањег раста, односно стагнације до краја посматраног периода. Ово је последица великих процената тучених површина у 1988, 1989, 1993, 1995 и 1997. години.

Слика 2.

Метод поступних средњака врши највеће усклађивање (уравнавање) временских серија и добија се општи тренд развоја појаве у одређеном периоду. За сваку годину се вред-

ност израчунава као средња вредност од почетка периода па закључно са том годином. Вредности поступних средњака годишњих процената градом тучених површина за обе области приказане су на Сл. 4. Графици потврђују на брањеној територији опадајућу тенденцију вредности, а на небрањеној непостојање такве тенденције. У последњих десет година уочава се стагнација, односно мањи пад на брањеном подручју (Србија без Војводине) него у претходном периоду. Стагнација, мањи пад, односно раст у последњих десет година на брањеном подручју , када се одбрана од града спроводила практично на целој територији може навести на закључак да је систем достигао свој техничко-технолошки максимум. Пре доношења закључка мора се знати да је било озбиљних поремећаја у функционисању система и то пре свега кроз велике забране за дејство и недостатак противградних ракета.

Слика 4.

4. ЗАКЉУЧАК

На небрањеном подручју (Војводина), поред тога што су површине тучене градом веће него на брањеном подручју (Србија без Војводине), не постоји опадајући тренд годишњих процената градом тучених површина.

У Србији без Војводине у последњих десет година нарушава се дотадашњи изразити опадајући тренд годишњих процента градом тучених површина, односно долази до стагнације па и до раста. С обзиром да је то период кад се систем проширио на целу пољопривредну површину погрешно је извући закључак да је систем достигао свој максимум, већ је то пре последица озбиљних поремећаја у спровођењу одбране од града у виду недостатка противградних ракета и великих забрана за дејство.

5. ЛИТЕРАТУРА

Радиновић, Ђ., 1988: "Одбрана од града у СР Србији", РХМЗ Србије, Институт за метеорологију, Београд.
Радиновић, Ђ., 1990: "Истраживање у противградној заштити", свеска бр.6. 138-148 стр., Институт за метеорологију, Београд.
Кардум, Ђ., 1991: "Појаве и штете од града у Војводини у периоду 1969-1990 године", II Југословенска конференција за модификацију времена, Књига И стр. 231-250., Маврово.

ПРОТИВГРАДНА РАКЕТА - ДИНАМИКА УТРОШКА ТОКОМ СЕЗОНЕ

Милован Јефтић, дипл.инж.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд Југославија

Abstract

At the beginning of organised hail suppression activity, the supply of the haul suppression rockets to the launching sites was performed in accordance to the available financial means and veer often new quantities of rockets had to be delivered during the hail suppression season. This influenced to the delivered rocket quality and therefore the efficiency of the system. During the long term hail suppression activity in Serbia, a precious experience on rocket consumption was gained. By an analysing the consumption of the hail suppression rockets during the operational activity, it is possible to get the necessary data for estimating the acquirement sufficient quantities of rockets in due time, to be delivered to the launching stations. In this way, a highest rocket quality can be achieved making the hail suppression system more efficient.

Абстракт

На почетку спровођења организоване одбране од града опремање противградних станица ракетама, вршено је на основу расположивих материјалних средстава и често се дешавало да се током сезоне брже боље докупљују нове количине противградних ракета. Ово се одражавало и на квалитет испоручених противградних ракета а тиме и на ефикасност система одбране од града. Током вишегодишњег спровођења одбране од града у Србији стицана су искуства кроз праћење динамике утрошка противградних ракета. Анализом динамике утрошка противградних ракета током сезоне одбране од града, добијају се неопходни подаци на основу којих се може вршити планирање набаввке и благовремено опремање система потребном количином противградних ракета. На овај начин обезбеђују се квалиотетније противградне ракете а системом одбране од града постаје ефикаснији.

1. УВОД

У оквиру организованог система одбране од града који спроводи стручна служба Републичког хидрометеоролошког завода Србије, користи се ракетни начин засејавања градоносних облака реагенсом на бази сребројодида.

Организација система заснована је на око 1400 противградних станица са којих се врши испаљивање противградних ракета на основу команди са радарских центара. Радарски центри - укупно 12 активних центара у Србији, су концпирани као командни пунктови са којих се врши радарско осматрање и идентификација кумулонимбусних облака који испуњавају услове за формирање града, и издају се команде за дејство односно, испаљивање противградних ракета, са противградних станица.

У току једног дејства, систем одбране од града је организован тако да увек може испалити колико год је потребно противградних ракета.

До сада је забележен рекорд у броју испаљених ракета у једном дану од укупно 3 600 противградних ракета, а најчешће количине утрошених противградних ракета у периоду интензивних дејства на градоносне облаке (од 15. маја до 15. јула) се крећу у распону од 500 до 1 500 комада.

Када располаже са довољном количином квалитетних противградних ракета, ефикасност система се креће у границама и до 80 % те је основни задатак оперативног система садржан у захтеву да се противградне станице морају на време опремити потребном количином квалитетних противградних ракета.

Лимитирајућа финансијска средства намењена за набавку противградних ракета и, у последње време, недостатак квалитетних ракета, отежавају непосредној оперативи квалитетно извршавање основног задатка, до угрожавања степена ефикасности система одбране од града. Стога, један од императива оперативне службе током сезоне одбране од града је да, сходно расположивим средствима и противградним ракетама, изврши што рационалнију раподелу противградних ракета по станицама, а да при том не угрози ефикасност и оперативност система.

Један од основних параметара који недвосмислено указује на потребе за ракетама током сезоне, садржан је у анализи података о утрошку противградних ракета током претходних сезона са тежиштем на динамику утрошка противградних ракета током сезоне.

2. УТРОШАК ПРОТИВГРАДНИХ РАКЕТА ТОКОМ ПРЕТХОДНИХ СЕЗОНА

Током 30 година постојања система одбране од града, вођена је комплетна документација и о утрошку противградних ракета за сваки дан дејства на градоносне облаке. Најгрубљом анализом сакупљених података могу се лако сагледати 3 карактеристична периода, када је утрошак противградних ракета у питању и то:

- Период од 1967. до 1980. године, односно период стицања искуства и сазнања о бројним непознаницама методолошко-оперативног карактера, када се претежно користио само један тип одн. класа противградних ракета скромног домета до 3500 м. На утрошак противградних ракета утицало је више различитих параметара, од броја противградних станица некомплетног система одбране од града до карактеристика противградних ракета којим се одбрана вршила. Стога, подаци о утрошку и динамици утрошка противградних ракета овде нису анализирани нити презентирани.

- Период од 1981. до 1990. године, као период интензивног функционисања развијеног система одбране од града са више класа и типова квалитетних противградних ракета у довољним количинама, и

- Период од 1991. до 1997. године, као период карактеристичан по недовољним количинама противградних ракета, што је посредно утицало и на динамику и количину утрошених противградних ракета.

3. УТРОШАК ПРОТИВГРАДНИХ РАКЕТА У ПЕРИОДУ 1981 - 1990. г.

Интензивни развој система одбране од града пратио је и развој више класа противградних ракета. У овом периоду користиле су се 3 класе противградних ракета и то:

- Противградне ракете малог домета (до 3500 м.) типа Сако-3,
- Противградне ракете средњег домета (5 - 6500 м.) типа Сако-6, ТГ-5, ПП-6 и МТТ-8,
- Противградне ракете високог домета (до 8500 м.) типа ТГ-10 и ПП-8.

Обезбеђене довољне количине противградних ракета за сезону одбране од града које су се кретале у границама од 35000 до 40000 комада, нису утицале на динамику утрошка тако да се подаци из овог периода узимају и данас као најрепрезентатаивнији.

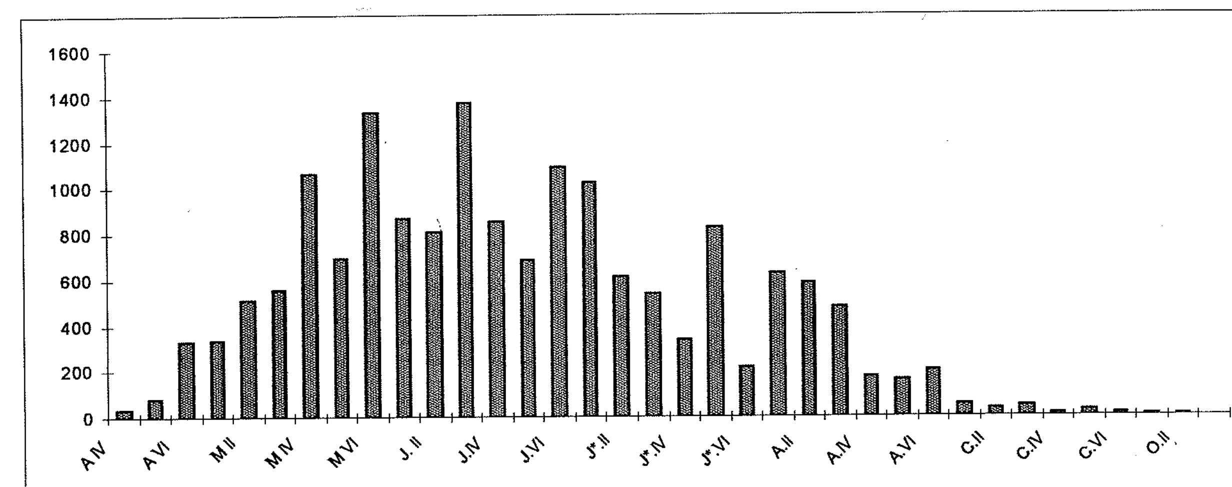
У Табелама и на хистограмима који следе презентирани су подаци о динамици утрошка противградних ракета у периоду 1981 - 1990.г. током сезоне одбране од града у Србији.

Табела 1 - Просечан утрошак ПГР (1981-1990) у интервалу од 5 дана

Месец	АпIV	АпV	АпVI	Мај I	Мај II	МајIII	МаIV	Мај V	МаVI	Јун I	Јун II	Јун III
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	35	79	329	335	509	560	1060	690	1333	867	809	1374

Месец	ЈунIV	Јун V	ЈунVI	Јул I	Јул II	Јул III	ЈулIV	Јул V	ЈулVI	Авг I	Авг II	АвгIII
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	851	685	1089	1022	611	536	336	829	213	626	586	478

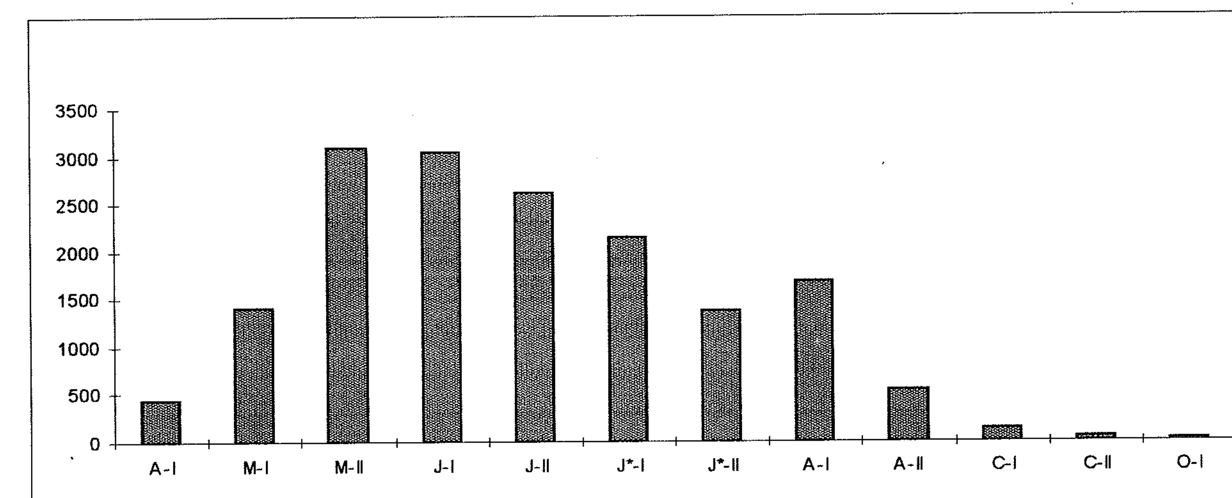
Месец	АвIV	Авг V	АвVI	Сеп I	Сеп II	СепIII	СеIV	Сеп V	Се VI	Окт I	ОктII	Ок III
Интерв	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	175	160	202	57	33	49	16	26	11	10	6	0



Слика 1. Просечан утрошак (1981-1990.г) у интервалу од 5 дана

Табела 2. Просечан утрошак ПГР (1981-1990) у интервалу од 15 дана

Месец	АпрII	Мај I	Мај II	Јун. I	Јун. II	Јул. I	Јул. II	Авг. I	Авг.II	Сеп. I	Сеп.II	Окт. I
Интерв	15-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.
Ракете	443	1404	3083	3050	2625	2139	1379	1690	537	139	53	16



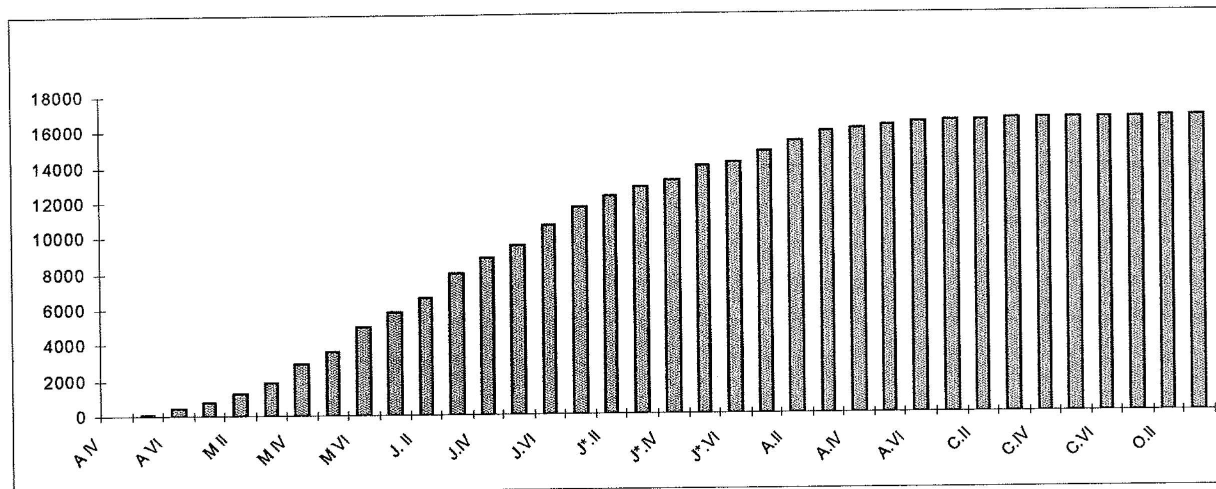
Слика 2. Просечан утрошак (1981-1990.г) у интервалу од 15 дана

Табела 3 - Кумулативни утрошак ПГР (1981-1990.г.) у интервалу од 5 дана

Месец	АпIV	Ап V	АпVI	Мај I	Мај II	МајIII	МаIV	Мај V	МаVI	Јун I	Јун II	Јун III
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	35	115	443	778	1288	1848	2907	3597	4930	5798	6607	7981

Месец	ЈунIV	Јун V	ЈунVI	Јул I	Јул II	Јул III	ЈулIV	Јул V	ЈулVI	Авг I	Авг II	АвгIII
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	8832	9517	10606	11627	12239	12775	13111	13940	14153	14779	15265	15843

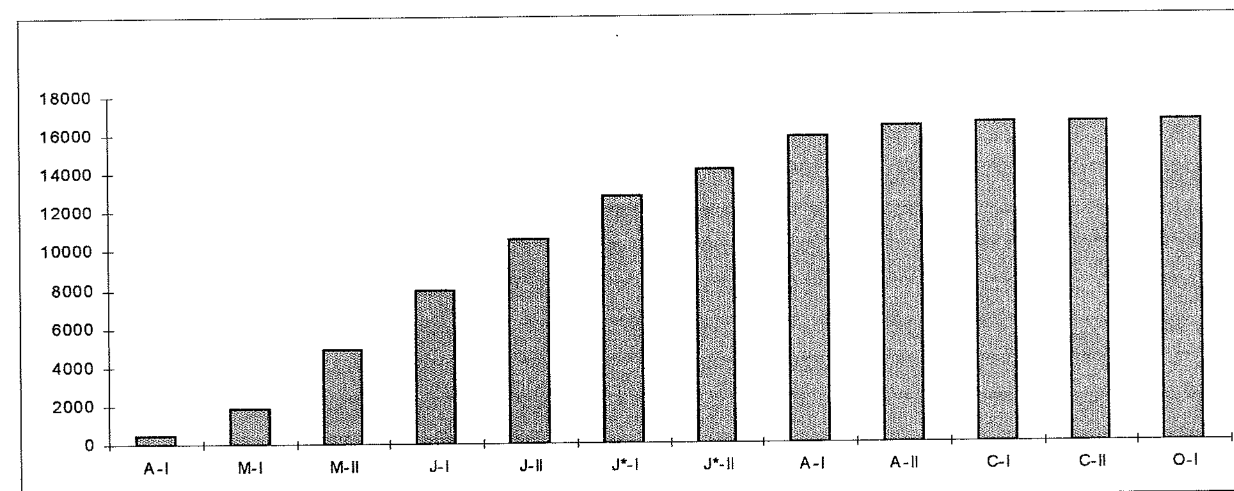
Месец	АвIV	Авг V	АвVI	Сеп I	Сеп II	СепIII	СеIV	Сеп V	Се VI	Окт I	ОктII	Ок III
Интерв	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	16018	16178	16380	16437	16471	16520	16536	16562	16573	16583	16589	16589



Слика 3. Кумулативни утрошак ПГР (1981-1990.г.) у интервалу од 5 дана

Табела 4. - Кумулативни утрошак ПГР (1981-1990.г.) у интервалу од 15 дана

Месец	АпрII	Мај I	Мај II	Јун. I	Јун. II	Јул. I	Јул. II	Авг. I	Авг.II	Сеп. I	Сеп.II	Окт. I
Интерв	15-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.
Ракете	443	1848	4930	7981	10606	12775	14153	15843	16380	16520	16573	16589
% утр.	2%	11%	30%	48%	64%	77%	85%	96%	99%	99,5	99,8	100%



Слика 4. Кумулативни утрошак ПГР (1981-1990.г.) у интервалу од 15 дана

Из презентираних података лако се могу сагледати карактеристике динамике утрошка противградних ракета у периоду 1981-1990.г. од којих се издвајају следеће:

- Најинтензивнија дејства на градоносне облаке се одвијају у периоду од 15. маја до 15 јула када се утроши око 70% укупно утрошених противградних ракета.

У овом периоду, издвајају се периоди од по 5 дана са следећим редоследом интензитета дејства: Средина јуна, крај маја, крај јуна, и средина маја.

- Укупан утрошак противградних ракета у једној сезони може се сагледати већ
- крајем августа када се утроши 99% укупно утрошених противградних ракета по сезони.

До средине јуна месеца утроши се око 50% укупно утрошених ракета по сезони. Из овога следи да је календарска средина сезоне померена за месец дана унапред када је у питању утрошак противградних ракета. Наведени податак је увек био присутан оперативној служби одбране од града, приликом формирања система противградним ракетама. Наиме, на почетку сезоне, противградне станице су формиране са најмање 70% расположивих противградних ракета.

4. ТРОШАК ПРОТИВГРАДНИХ РАКЕТА У ПЕРИОДУ 1991-1997.г.

Карактеристика овог периода је, како је раније речено, недостатак довољне количине противградних ракета условљеног поремећеним тржиштем у пиротехници као једној од последица распада претходне Југославије. У овом периоду расположиве количине ракета кретале су се у границама од 24 000 до 10 000 противградних ракета по сезони што је био један од разлога мањег просечног утрошка за око 5 000 - 6 000 противградних ракета. Проблеми у оперативном раду су били изражени и динамиком испоруке купљених противградних ракета. Ракете су испоручиване током сезоне одбране од града у малим количинама што је захтевало додатне оперативне напоре сталне прерасподеле ракета на терену у циљу обезбеђења што правилније покривености противградних станица ракетама.

Користиле су се противградне ракете средњег домета (до 6500м.) типа Сако-6, ПП-6, МТТ-8, ТМТ-6 и високог домета (до 8500м.) типа ТГ-10 и ПП-8.

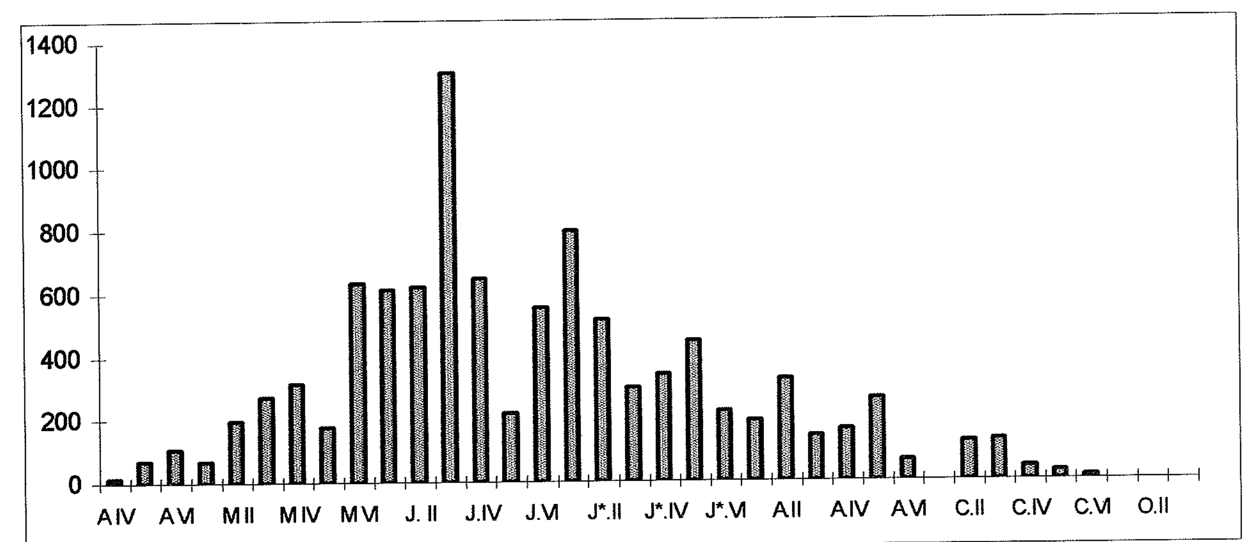
У Табелама и на хистограмима који следе презентирани су подаци о динамици утрошка противградних ракета у периоду 1991-1997.г. током сезоне одбране од града у Србији.

Табела 5 - Просечан утрошак ПГР (1991-1997.г.) у интервалу од 5 дана

Месец	АпIV	Ап V	АпVI	Мај I	Мај II	МајIII	МаIV	Мај V	МаVI	Јун I	Јун II	Јун III
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	13	69	105	65	193	269	312	176	634	613	620	1301

Месец	ЈунIV	Јун V	ЈунVI	Јул I	Јул II	Јул III	ЈулIV	Јул V	ЈулVI	Авг I	Авг II	АвгIII
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	645	217	554	796	514	295	339	446	220	191	322	143

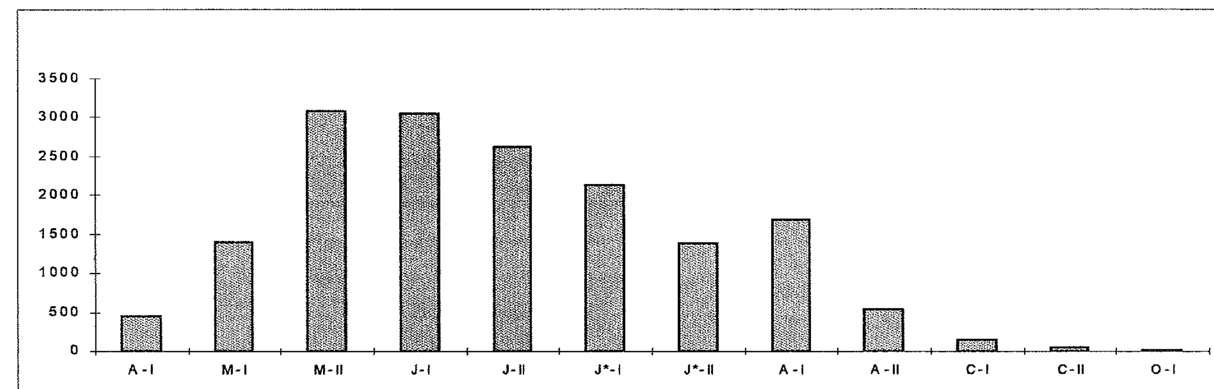
Месец	АвIV	Авг V	АвVI	Сеп I	Сеп II	СепIII	СеIV	Сеп V	Се VI	Окт I	ОктII	Ок III
Интерв	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	161	261	63	0	121	130	41	28	10	0	0	0



Слика 5. Просечан утрошак (1991-1997.г) у интервалу од 5 дана

Табела 6 - Просечан утрошак ПГР (1991-1997.) у интервалу од 15 дана

Месец	АпрII	Мај I	Мај II	Јун. I	Јун. II	Јул. I	Јул. II	Авг. I	Авг.II	Сеп. I	Сеп.II	Окт. I
Интерв	15-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.
Ракете	187	527	810	1857	2163	1864	1080	733	556	184	78	10



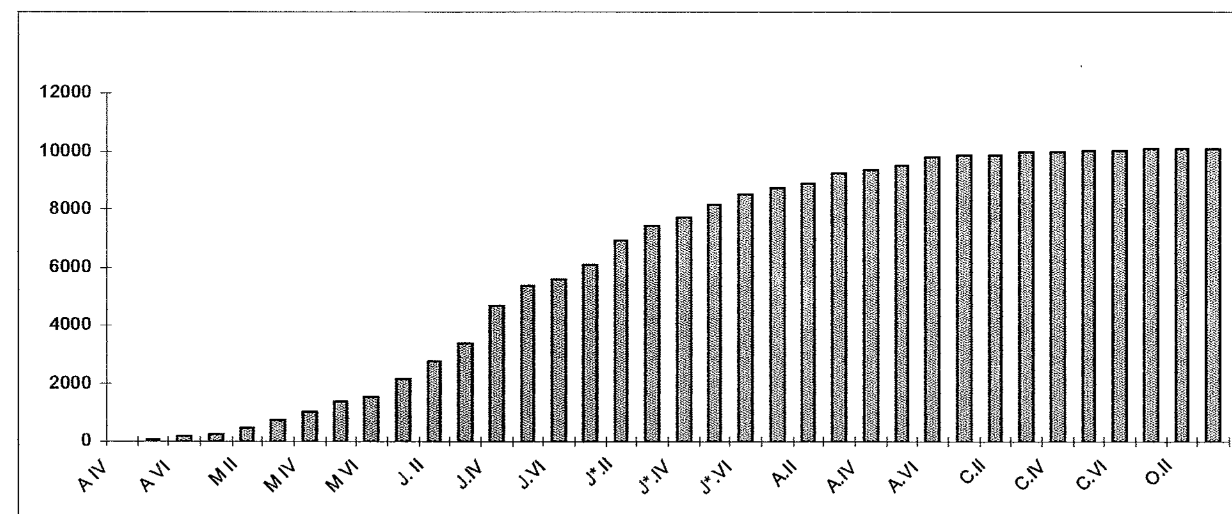
Слика 6. Просечан утрошак (1991-1997.г.) у интервалу од 15 дана

Табела 7 - Кумулативни утрошак ПГР (1991-1997.г.) у интервалу од 5 дана

Месец	АпIV	АпрV	АпVI	Мај I	Мај II	МајIII	МаIV	Мај V	МаVI	Јун I	Јун II	Јун III
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	13	82	187	253	446	715	1026	1349	1525	2159	2772	3392

Месец	ЈунIV	Јун V	ЈунVI	Јул I	Јул II	Јул III	ЈулIV	Јул V	ЈулVI	Авг I	Авг II	АвгIII
Интерв	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	4692	5337	5554	6104	6904	7418	7713	8052	8493	8718	8909	9231

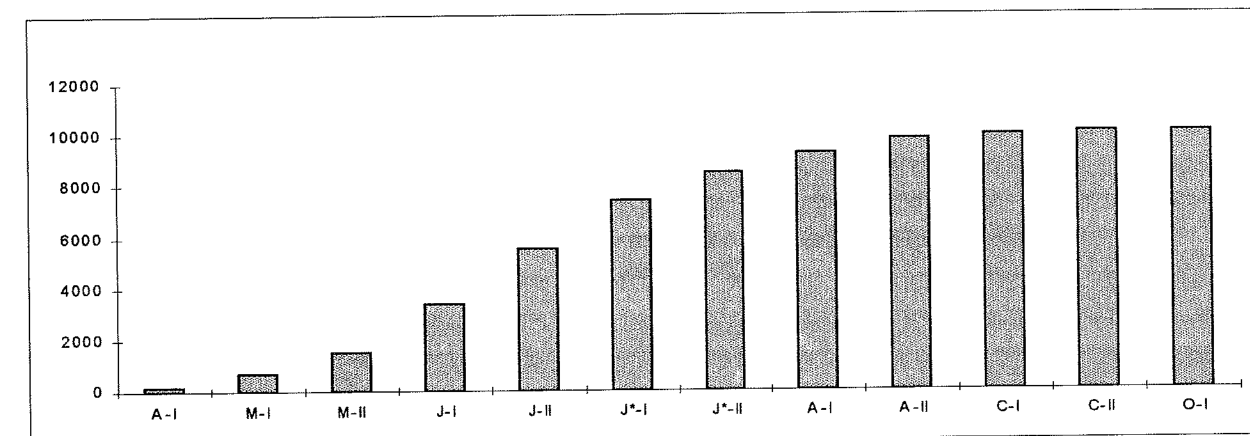
Месец	АвIV	Авг V	АвVI	Сеп I	Сеп II	СепIII	СеIV	Сеп V	Се VI	Окт I	ОктII	Ок III
Интерв	15-20.	21-25.	26-31.	01-05.	06-10.	11-15.	15-20.	21-25.	26-30.	01-05.	06-10.	11-15.
Ракете	9365	9527	9788	9851	9851	9971	9980	10021	10050	10059	10059	10059



Слика 7. Кумулативни утрошак ПГР (1991-1997.г.) у интервалу од 5 дана

Табела 8 - Кумулативни утрошак ПГР (1991-1997.г.) у интервалу од 15 дана

Месец	АпрII	Мај I	Мај II	Јун. I	Јун. II	Јул. I	Јул. II	Авг. I	Авг.II	Сеп. I	Сеп.II	Окт. I
Интерв	15-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.	16-31.	01-15.	16-31.	01-15.	16-30.	01-15.
Ракете	187	715	1525	3392	5554	7418	8403	9251	9788	9971	10050	10059
% утр.	2%	7%	15%	34%	55%	74%	84%	92%	97%	99%	99,9	100%



Слика 8. Кумулативни утрошак ПГР (1991-1997.г.) у интервалу од 15 дана

Из презентираних података лако се могу сагледати карактеристике динамике утрошка противградних ракета у периоду 1991-1997.г. од којих се издвајају следеће:

- Најинтензивнија дејства на градоносне облаке се одвијају у периоду од 15. маја до 15 јула када се утроши око 70% укупно утрошених противградних ракета.

У овом периоду, издвајају се периоди од по 5 дана са следећим редоследом интензитета дејства: Средина јуна, почетак јула, крај маја и крај јуна.

- Укупан утрошак противградних ракета у једној сезони може се сагледати већ крајем августа када се утроши 97% укупно утрошених противградних ракета по сезони. До краја јуна утроши се око 55% укупно утрошених ракета по сезони.

Из овога следи да је интезитет утрошка противградних ракета померен за 15 дана уназад у односу на период 1981-1990.г. али је и даље средина сезоне по утрошку ракета 15 -20 дана унапред у односу на календарску средину.

5. ЗАКЉУЧАК

За ефикасну и оперативну одбрану од града дефинисана је количина потребних противградних ракета и она се креће у распону од 6 до 30 противградних ракета по једној противградној станици. Следи, да је за систем од 14000 противградних станица потребно до 42000 противградних ракета. Оптимална количина је око 24 ракета по једној станици, што за систем од 1400 противградних станица захтева око 34000 ракета. Минимална количина противгра-дних ракета за ефикасну одбрану од града је 18 ракета по једној противградној станици, што за систем од 1400 станица захтева око 25 000 ракета.

Према презентираним подацима о утро-шку противградних ракета у последњих 17 година може се извести следећи закључак:

За оперативан и ефикасан систем одбране од града у Србији са око 1400 противградних станица, колико у овом тренутку садржи, мора се до средине маја, сваке сезоне, располагати са око 70% укупно потребних противградних ракета односно са количином од 18000 до 24000 комада. Одступања, односно мање количине расположивих ракета директно се одражавају на оперативност и ефикасност система одбране од града у периоду најинтензивнијих појава градоносних облака од 15 маја до 15 јула.

*- Литература за овај стручни рад није посебно наведена јер је коришћена комплетна архивска грађа Завода из области утрошка противградних ракета.

ЧЕРНОБИЉ - ЕЛЕМЕНТАРНА НЕПОГОДА СВЕТСКИХ РАЗМЕРА

Ана Сшанковић, мр физичке хемије,
Слободанка Сшанковић, др физичке хемије
Инсшишуш за йримену нуклеарне енерīије-ИНЕП, Банашска 31б,
11080 Земун, Јуīославија

Abstract

The course of the accident at the Lenin nuclear power plant in Chernobyl and the contamination of European countries in the direction of the radioactive clouds, is described in this work. The activity levels of radiocaesium-137, a long lived and abundant radionuclide in the fission mixture released from the damaged reactor, are shown for samples of soil and grass from Belgrade and Serbia. Thus, the samples of grass, were found to contain high activity levels of radiocaesium (from 0.6 to 5.3 kBq/kg), which confirmed the high environmental contamination of our country after the Chernobyl accident.

Абсшракш

У раду је ойисан шок акциденша на нуклеарној елекшрани Лењин у Чернобиљу, као и начин коншаминације евройских земаља йраћењем крешања радиоакшивних облака. Приказани су нивои акшивносши радиоцезијума-137, дуīоживећеī радионуклида, највише засшуйљеноī у смеши изошойа, ослобођеној из ошшећеноī реакшора, у узорцима земље и шраве на йодручју Беоīрада и Србије. У свим анализираним узорцима шраве, на йр. измерени су високи садржаји радиоцезијума (од 0,6 до 5,3 кБљ/кī), шшо йошврђује високу коншаминацију живошне средине у нашој земљи чернобиљским акциденшом.

1. УВОД

Радиоактивност није нова појава. Постојала је и пре постанка планета и живота на Земљи. Ново је што су људи научили да је користе за нове намене. Тако су 1945. године бачене бомбе на Хирошиму и Нагасаки, чиме је започета ера проба нуклеарног оружја. У периоду од 1954. до 1958. године и од 1961. до 1962. године Сједињене Америчке Државе, Совјетски Савез и Велика Британија су вршиле интензивне пробе нуклеарног оружја и тиме допринеле ослобађању велике количине различитих радионуклида у животну средину. Приликом таквих експлозија стотине хиљада тона земље бива истргнуто, спржено, усисано у ватрену лопту која се брзо шири у печурку и облаке, а затим тај материјал доспева у више слојеве атмосфере. Један део радиоактивног отпада пада недалеко од места експлозије, други део се задржава у тропосфери (најнижем слоју атмосфере) и ветрови га разносе широм света углавном у појасу исте географске ширине. У тропосфери се отпад задр-жава у просеку око месец дана и затим постепено пада на земљу. Трећи, највећи део радиоактивног отпада одлази у стратосферу, виши слој атмосфере (од 10 до 50 километара навише), где се задржава током многих месеци и затим се постепено спушта на све делове планете. Пример за то је и понашање радиоцезијума-137 (^{137}Cs). У случају нуклеарне експлозије ^{137}Cs у почетку је заступљен у занемарљивим количинама, после 2 месеца заступљен је са 0,1%, после 9 месеци са 1%, после 2 године са 4%, а после 20 година са 22%. С обзиром на дуг период полураспада (30,2 године) дуго се задржава у стратосфери, а затим постепено доспева у тропосферу (1). Јон радиоцезијума је хемијски и биохемијски хомолог јона калијума и прати његов метаболизам. Потпуно је растворљив у телесним ***шечносшима и равномерно се расйоређује у шелу.*** Генетски ефекат радиоцезијума је већи од радио-стронцијума (^{90}Sr). Радиостронцијум се првенствено депонује у коштаном тки-ву, има време полураспада 28

•МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ•

година, а радиоцезијум у гонадама, па отуда постоји опасност и од спољашњег и од унутрашњег озрачивања радиоцези-јумом (2). Радиоцезијум се из организма елиминише брже од радиостронцијума. Биокинетички модел цезијума у људском организму показује да 10% укупног цезијума има време полуизлу-чивања 2 дана, а 90% до 110 дана (3,4). Сматра се да се 80% цезијума из тела елиминише урином.

При нуклеарним експлозијама укупне падавине су распоређене на већа пространства и значајне количине радиоактивног отпада падају у светска мора. Године 1963. године САД, СССР и Велика Британија су потписале у Москви договор о делимичној забрани нуклеарних проба у атмосфери, у оке-анима и у васионском простору. И поред тога, у периоду од 1972. - 1982. године извршено је 20 надземних проба (6 на северној хемисфери и 14 на јужној) (5). Последице ових експерименталних нуклеарних експлозија су многоструке, опасности разноврсне и у многим случајевима непредвидиве.

Због задовољавања енергетских потреба изграђене су нуклеарне електране, које би при нормалном раду врло мало доприносиле изложености становништва радијацији. Тако је 1956. године у Великој Британији пуштена у рад прва нуклеарна електрана Колдер Хол, снаге 50 мега вати. До тада су и САД и СССР имале своје реакторе, али је њихова снага била занемарљива (свега 2,4 мега вата и 5 мега вати). До сада је, у 34 земље, у погону 442 реактора за про-изводњу електричне енергије чија је инсталисана снага била 350825 мега вата. Предвиђена је изградња још 36 реактора снаге 27678 мега вати (6). Међутим, због фактора звани човек, највећег кривца свих незгода и удеса у раду нуклеарних реактора, у периоду од 1945. до 1987. године, десило се 27 акцидената у којима је дошло до 272 излагања прекомерним дозама зрачења и 35 смртних случајева. Од 27 акцидената, пре акцидента у Чернобиљу, само је у три случаја дошло до значајних испуштања радио-активности у околину: Киштим (29.9.1957.), Виндскејл (8.10.1957.) и Острво Три Миље (28.3.1979.). Акцидентом у Киштиму (јужни Урал) отпуштено је 49E+15 бекерела (Bq) ^{144}Ce; 19E+15 Bq ^{95}Zr и ^{95}Nb; 4,0E+15 Bq ^{90}Sr и 2,7E+15 Bq ^{106}Ru. Радиоцезијума-137 је испуштено свега 0,027E+15 Bq. Приликом акцидента у Виндскејлу (Велика Британија) загађена је територија Велике Британије и Европе. Том приликом је испуштено 0,74E+15 Bq ^{131}J; 0,022E+15 Bq ^{137}Cs; 0,003E+15 Bq ^{106}Ru; 1,2E+15 Bq ^{133}Xe и 0,0088E+15 Bq ^{210}Po. Акцидентом у нуклеарној електрани на Острву Три Миље (САД) највише су испуштени племенити гасови око 370E+15 Bq (углавном ^{133}Xe) и 0,55E+15 Bq ^{131}I (7).

Ипак, акцидент који је обележио 20. век је акцидент у нуклеарној електрани Ленин у Чернобиљу, тадашњем Совјет-ском Савезу, данас у Украјини, на тромеђи са Белорусијом и Русијом. Несрећа која се догодила 26. априла 1986. године у 01.23ч је још једном указала на људски фактор као увек могући извор грешака са катастро-фалним последицама. Својим несрећним манипулацијама оператори електране су довели до недовољног одвођења топлоте из језгра реактора. Прегревање горивних елемената, нагла производња паре и хемијска експлозија произвели су ударни талас чија је снага била равна неколико стотина килограма експлозива ТНТ. Као резултат акцидента високо-енергетски кључајући реактор, снаге 1 милион вати и производње 7,4E+19 Bq различитих радионуклида, је био уништен, а последице овог акцидента су се осетиле на целокупној северној хемисфери и погодиле милионе људи. Најзначајнији и најопаснији радионуклиди избачени у атмосферу били су ^{131}J, ^{134}Cs и ^{137}Cs. У околину је избачено око 12E+18 Bq радиоактивног мате-ријала. Од тога је: око 85% избаченог материјала било од радионуклида са временом полураспада мањим од месец дана (^{85m}Kr, ^{87}Kr, ^{88}Kr, ^{133}Xe, ^{135}Xe, ^{132}Te, ^{131}J, ^{132}J, ^{135}J, ^{140}Ba, ^{239}Np), 13% радионуклида са временом полураспада од неколико месеци (^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{103}Ru), 1% са временом полураспада око 30 година (^{137}Cs, ^{90}Sr) и око 0,001% са временом полураспада већим од 50 година (^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{241}Am, ^{242}Cm) (8). На територији Европе и у 1996. години, процењује се да је присутно 80E+15 бекерела дугоживећих радионуклида углавном ^{137}Cs и ^{90}Sr, који су и најважнији због њихових мета-боличких особина.

Из оштећеног реактора испуштање радионуклида у животну средину је било неуједначено и извршена је подела на четири карактеристична периода (9):

- ☹ у првом периоду догодила се експлозија реактора и дошло је до механичког избацивања материјала. Утврђено је да је радиоизотопски састав одговарао саставу горива, али и да је био обогаћен испарљивим нуклидима јода, телура, цезијума и инертних гасова.
- ☹ у периоду од 26.4. до 2.5.1986. примећено је опадање испуштања радиоактивности, јер су реактор прекрили са око 5000 тона бора, олова, доломита и песка, који су избацивани из хеликоптера да би се ватра угасила и спречило успо-стављање критичне масе у разо-реном реактору. Из реактора је у том периоду још увек излазило фино диспрего-

вано гориво са врућим ваздухом који се дизао високо у атмосферу. И у овом периоду нађено је да је изотопски састав одговарао саставу горива;

- од 2.5. до 5.5.1986. дошло је до акумулације топлоте у реактору, што се манифестовало повећањем еми-сије испарљивих производа фисије, пре свега јода, а касније и мање испарљивих, који су били везани за графитни аеросол;
- због предузетих мера после 6. маја 1986. године примећено је опадање емисије радионуклида, које је постепено касније и престало.

У акциденту је високо озрачено 237 особа, а 32 је подлегло током првих недеља по несрећи од последица озрачивања. Сви високо озрачени били су чланови интервентних екипа које су биле ангажоване на хлађењу хаварисаног реактора и гашењу пожара у почетној фази акцидента. Интервентне екипе је сачињавало погонско и ватрогасно особље.

Разношење избаченог радиоактивног материјала било је у највећој мери одређено метеоролошким условима. У време прве експлозије, при којој је стуб избаченог материјала достигао највећу висину, над Чернобиљем су дували локални ветрови променљивог смера. Ветрови су затим покренули радиоактивни материјал. Тако је материјал прво доспео до Скандинавије и Финске: "У 14 сати, у недељу, 27. априла радио-активни облак који су југозападни ветрови носили на висини од отприлике 1700 метара, тихо је и ненајављено прелетео преко најјужнијих обала Шведске. На северу и истоку кише и благи пролетни снег падали су на делове Финске и Шведске. Метеоролози су на картама покушали следити кретање ваздуха унатраг и пронашли су линију која је ишла преко Балтика, према Црном мору". Научници ових земаља су први и упозорили на повишену радиоактивност, пре званичног обаве-штења о акциденту, које је дато тек у понедељак, 28. априла у 9.02 часа увече, када је спикер московске телевизије у емисији "Времја" прочитао кратку изјаву од четири реченице коју је дало Совјетско министарско веће: "У чернобиљској нуклеарној електрани догодила се незгода и један од реактора је оштећен. Предузимају се мере да се уклоне последице незгоде. Онима који су погођени незгодом пружа се помоћ. Основана је владина комисија"(10). Тог истог дана, 28.4.1986. године, радио-активним облаком су погођени делови Пољске, а дан касније и делови Немачке и Француске. Ветрови су затим радиоактивни материјал покренули на север и исток ротирајући у смеру јужно од Чернобиља и 30. априла 1986. године развили јужни правац: преко Мађарске, Аустрије и Југославије, према Грчкој, чак и западној Турској, где је повишена активност примећена од 1. до 5. маја 1986. На крају је овај материјал поново доспео до Пољске и Скандинавије (11). "Јавност је била јако узнемирена: за многе је ово била прва прилика да осете шта значи живот у заједничком нукле-арном дворишту. Узнемирености је допринела општа конфузија у масмедијима и одсуство правовремених и тачних информација. Пример за ово су становници Швајцарске. Они су гледајући немачку телевизију обавештавани да је млеко здраво и да може да се пије. Италијанска телевизија их је опомињала да је радиоактивно и да га не треба пити. Истовремено француска телевизија није ништа говорила о радиоактивности" (10). Наше становништво, такође, није било правовремено обавештено о чернобиљској несрећи, о кретању радиоактивних облака, као ни о нивоима контаминације животне средине. Акцидентом су земље ван Совјетског Савеза примиле више радиоцезијума него сам Совјетски Савез. Од 1,5E+17 Bq укупно емитованог ^{134}Cs и ^{137}Cs у Совјетском Савезу је депоновано 45E+15 Bq (12), док је већи део активности ^{90}Sr и трансуранских елемената задржан у границама СССР-а. Већина активности депонована је углавном у централним, северним и југоисточним деловима Европе и то на растојању 2000 км од Чернобиља. Упоређујући падавине од тестирања нуклеарног оружја укупни ^{137}Cs ослобођен чернобиљским акци-дентом био је за ред величине мањи (13), док је његов редиоеколошки утицај био 30% од ^{137}Cs који је настао као резултат нуклеарних проба. То се објашњава тиме што је чернобиљска активност депонована у густо насе-љеним подручјима са релативно високом пољопривредном производњом.

Према подацима УНСЦЕАР-а радио-активни облак је захватио територију СФРЈ у два таласа и то 29.4.1986. године њен северозападни део, а 1. маја 1986. средишњи и источни. Процењено је да је у току 1986. године на територију СФРЈ депоновано око 2,4% од укупно испуштених радионуклида (без инертних гасова), односно 5% ^{131}J и око 10% ^{137}Cs. Као последица акцидента на подручју Београда и осталих градова у СФРЈ забележено је повећање нивоа акти-вности радиоцезијума-137 у приземном слоју атмосфере. Тако је на подручју града Београда у мају 1986. године измерен средњи ниво активности ^{137}Cs у ваздуху од 0,4 Bq/m^3 (14), док је средњи ниво активности радиоцезијума у води за пиће на територији Србије био 0,054 Bq/l (15). Активност радионуклида у падави-нама на нашим просторима у

зони минималног загађивања била је 880 Bq/m^2, а у зони максималног загађивања 102000 Bq/m^2, док је активност радио-нуклида у земљишту у зони минималног загађивања била 766 Bq/m^2, а у зони максималног загађивања 83400 Bq/m^2 (11). Иако се сматра да је прелазак ^{137}Cs из тла у биљке путем кореновог система незначајан као и његов прелазак у храну млечне стоке, он је у основи условљен ваздушним загађењем, међутим, тло, представља трајан резервоар радио-нуклида из којег они преко биљних намирница (житарица, поврћа, воћа) доспевају или директно до људи, или преко сточне хране до домаћих и дивљих животиња, а затим и до људи (16). Степен контаминације радиоактивним падавинама зависи од више фактора: типа емитованог зрачења и његове енергије, времена полураспада изотопа који чине смешу и од радиоактивних потомака који настају процесом распада. Највероватнији хемијски облик у коме се радионуклиди јављају је оксид метала. Због хемијских реакција које се догађају неки од њих прелазе у хидроксиде, а неки у карбонате. Велики део радио-активних материја се таложи на површинским слојевима тла и биљака као и коренима биљака. Прелазак ^{137}Cs из тла у биљке зависи од типа земљишта. Тако је познато да из бусенасто-подзоластих и тресетно-пешчаних терена ^{137}Cs доспева знатно интен-зивније у траву и млеко од ^{90}Sr. Радиоцезијум-137 је гама емитер, за разлику од стронцијума-90 који је бета емитер. Под укупном гама активношћу се подразумевају нивои активности свих гама емитера, а којима припада и ^{137}Cs.

Како су земљиште и трава веома важне карике еколошког ланца исхране у овом раду приказујемо укупну гама активност и нивое активности радиоцезијума-137 у наведеним узорцима.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДА РАДА

Сви анализирани узорци траве и земље потичу са подручја Београда и Србије. Узорци су сакупљани непосредно после акцидента у Чернобиљу, у мају 1986. године. Хомогенизовани су и нативни мерени у маринели посудама запремине 1 литра, на ORTEC-CANBERRA гама-спектрометру са 8192 канала, помоћу сцинтилационог детектора са NaJ(Tl) кристалом (3x3 инча). Резолуција гама-спектрометра за цезијум-137 је 6,8%, а ефикасност 8,7%. Стандардна грешка мерења је до 10% (17).

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Акцидентом у Чернобиљу, различити делови Београда и Југославије су били различито контаминирани, што је била последица микроклиме датог подручја. Радионуклиди, који су били донети кишом и ваздухом фиксирали су се највише на површини биљака и тла.

Локација	Укупна гама активност у трави	Укупна гама активост у земљишту	Цезијум-137 у трави	Цезијум-137 у земљишту
Пионирски град	17,4	5,2	1,5	0,4
Звездани гај	9,3	6,8	1,1	0,6
Ада Циганлија	27,3	1,5	3,1	0,2
Кошутњак	20,9	5,9	1,9	0,8
Калемегдан	20,5	2,6	2,0	0,2
Ташмајдан	16,8	4,8	3,2	1,6
Мањеж	19,2	3,3	1,5	0,4
Шупља стена	24,6	3,1	2,5	0,4
Церак	30,6	-----	5,3	----
Батајница	9,3	-----	0,6	----

Табела 1. Укупна гама активност (kBq/kg) и радиоцезијума-137 у трави и земљишту на подручју Београда измерена у мају 1986. године

У табели 1. приказана је укупна гама активност (kBq/kg), у трави и земљишту, узорцима који су били сакупљени напосредно после акцидента у Чернобиљу, маја 1986. године и који потичу са подручја Београда. Тако је максимално измерен ниво укупне гама активности у трави, измерен на подручју Церака (30,6 kBq/kg), а у земљишту са подручја Звезданог гаја (6,8 кBq/kg). Нивои укупне гама активности у трави нала-зили су се у опсегу од 9,3 до 30,6 кBq/kg, а у земљишту од 1,5 до 6,8 кBq/kg. Из табеле следи да су нивои укупне гама активности у свим узорцима траве виши него у узорцима земљишта са истог подручја. Трава задржава радио-активност и представља неку врсту баријере која спречава миграцију радионуклида ка тлу. У табели 1. такође, су приказани и нивои акти-вности радиоцезијума-137 у узорцима траве и земљишта. Резултати показују да је максимални ниво активности ^{137}Cs, измерен у трави сакупљеној на подручју Церака (5,3 кBq/kg), док је максимални ниво активности радиоцезијума-137 у земљишту, забележен на подручју Ташмајдана (1,6 kBq/kg). Нивои активности ^{137}Cs у трави били су у опсегу од 0,6 до 5,3 кBq/kg, а у земљишту од 0,2 до 1,6 кBq/kg. И овде су измерени виши нивои активности радиоцезијума-137 у трави него у земљишту. Ипак, тло је значајан адсорбент и готово пресудно утиче на даљу судбину појединих радионуклида на површини тла. Као разултат сорпције основна маса радио-активних материја на природним и гајеним ливадама, као и на неузораним деловима земљишта задржава се у површинском слоју (до 5 cm), а на обрадивим површинама задржава се у обрадивом слоју земљишта.

Локација	Укупна гама активност у трави	Цезијум-137 у трави	Укупна гама активност у земљишту	Цезијум-137 у земљишту
Неготин	-----	-----	11,5	1,4
Краљево	5,8; 2,9	0,7; 0,3	-----	-----
Рача Крагујевачка	-----	-----	1,4	0,2
Параћин	-----	-----	2,4	0,4
Аранђеловац	10,7	1,3		
Трстеник	-----	-----	1,4; 0,9	0,4; 0,2
Почековина	-----	-----	1,7	0,4
Богдање	-----	-----	1,5	0,3
Ваљево	-----	4,7	-----	-----
Врњачка бања	6,3	0,7	-----	-----
Борско језеро	-----	-----	5,5	0,9
Богатић	-----	-----	1,4	0,3
Горњи Милановац	19,6	3,3	2,0	0,3
Пожаревац	9,3	1,8	2,7	0,5
Жагубица	16,5	2,7	-----	-----
Смедерево	26,7	3,3	4,8	0,6
Алексинац	7,7	3,7	6,7	0,7

Табела 2. Нивои укупне гама активности и радиоцезијума-137 (kBq/kg) у трави и земљи измерени у мају 1986. године на подручју Србије

Локација	Укупна гама активност у трави	Цезијум-137 у трави	Укупна гама активност у земљишту	Цезијум-137 у земљишту
Неготин	-----	-----	11,5	1,4
Краљево	5,8; 2,9	0,7; 0,3	-----	-----
Рача Крагујевачка	-----	-----	1,4	0,2
Параћин	-----	-----	2,4	0,4
Аранђеловац	10,7	1,3		
Трстеник	-----	-----	1,4; 0,9	0,4; 0,2
Почековина	-----	-----	1,7	0,4
Богдање	-----	-----	1,5	0,3
Ваљево	-----	4,7	-----	-----
Врњачка бања	6,3	0,7	-----	-----
Борско језеро	-----	-----	5,5	0,9
Богатић	-----	-----	1,4	0,3
Горњи Милановац	19,6	3,3	2,0	0,3
Пожаревац	9,3	1,8	2,7	0,5
Жагубица	16,5	2,7	-----	-----
Смедерево	26,7	3,3	4,8	0,6
Алексинац	7,7	3,7	6,7	0,7

Табела 2. Нивои укупне гама активности и радиоцезијума-137 (kBq/kg) у трави и земљи измерени у мају 1986. године на подручју Србије

У табели 2. приказани су подаци за укупну гама активност и ^{137}Cs у трави и земљишту узоркованих у већим градо-вима Србије. Из табеле 2. следи да су максималне вредности укупне гама активности измерене у трави из Смеде-рева (26,7 кBq/kg) и у земљи са подручја Неготина (11,5 кBq/kg). Такође, следи да је максимални ниво активности радиоцезијума-137 измерен у трави из Ваљева (4,7 кBq/kg), а у земљишту из Неготина (1,4 kBq/kg). И овде се трава показала добрим заштитником тла од радиоконтаминације. Нивои укупне гама активности у трави су били од 2,9 до 26,7 кBq/kg, у земљишту од 0,9 до 11,5 кBq/kg, док су нивои активности ^{137}Cs у трави измерени од 0,3 до 4,7 кBq/kg и у земљишту од 0,2 до 1,4 кBq/kg. Очигледно да је максимални ниво активности ^{137}Cs у земљишту измерен у Неготину, што се слаже са подацима о нивоима радиоактивности падавина у Источној Србији (11).

4. ЗАКЉУЧАК

1. У свим испитиваним узорцима земљишта и траве, сакупљених маја 1986. године измерени су високи нивои укупне гама активности и ^{137}Cs.
2. Узорци траве на свим испитиваним локацијама Београда и Југославије, имали су више нивое укупне гама активности и ^{137}Cs у односу на земљиште, што потврђује да трава представља добру заштиту тла од радиоактивне контаминације.

5. ЛИТЕРАТУРА

Simon S.,1971: Atlas Medical des radio-nucleides utilise en medicine, biologie, industrie et agriculture, Euroatom, Bruxeles,
Russel S. and Bruce R.S., 1969: Environmental contamination with-fallout from nuclear weapons. In Environmental Contamination by Radioactive Materials, IAEA, Vienna,.
ICRP Publication 30, Part 1, 1979, 91.
ICRP Publication 54, 1988, 155.
Јовановић М.: Јонизујућа зрачења и животна средина, Војноиздавачки завод, Београд, 1983, 107-190.
IAEA Bulletin, Vol.39, No.1, 1997.
Bennett B.G.: Exposures from woldwide releases of radionuclides, Environmental Impact of Radioactive Releases, IAEA, Proceedings of a symposium, Vienna, 1995, 3-12.
Хавкес Н. и сарадници: Најгора несрећа на свијету, Чернобил: крај нуклеарног сна, Глобус, Загреб, 1987.
Chernobyl-Ten Years On-Radiological and Health Impact, NEA, OECD, 1996.
Ap Simon H.M., Wilson J.J.N., Simms K.L.: Analysis of the dispersal and deposition of radiovalides from Cherno-bylacross Europe, Proc. R. Soc. London A 424, (1988), 365-405.
Савезни комитет за рад, здравство и соц. заштиту: Ниво радиоактивне контаминације човекове средине и озраченост становништва Југославије 1986. године услед хаварије нуклеарне електране у Чернобиљу, Београд, 1987.
Aakrog A.: Global radiological impact of nuclear activities in the former Soviet Union, Proceedings of a simposium: "Environmental Impact of Radioactive Releases", Vienna,1995, 13-32.
Aakrog A.: The radiological impact of Chernobyl debris compared with from nuclear weapons fallout, J. Environ. Radioact. 6, 1988, 151-162.
Тодоровић Д., Раденковић М., Шипка В.: Варијације Cs-137 у приземном слоју атмосфере у Институту Винча пре и после акцидента у Чернобиљу, Зборник радова: Саветовање Чернобиљ, 10 година после, Југословенско друштво за заштиту од зрачења, Будва, 1996, 91-93.
Пантелић Г., Брновић Р., Петровић И., Мијатовић Љ.: Радиоактивност у Србији после акцидента у Чернобиљу, Зборник радова: Саветовање Чернобиљ, 10 година после, Југосло-венско друштво за заштиту од зрачења, Будва, 1996, 57-61.
Станковић С., Краинчанић М.: Monitoring of Radiocaesium 134 and 137 in Food Chain, Radiation protection: Advances inYugoslavia and Italy, Proceeding of the Italian-Yugoslav symposium, Udine, Italy, 1988, 369-373.
Недић О., Станковић А., Станковић С., Краинчанић М.: Chemical Localization of ^{137}Cs in the Lichen *Cetraria islandica*, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 29, No 3, 1995, 380-383.

СПЕКТАР ДИМЕНЗИЈА ЗРНА ГРАДА (И СУГРАДИЦЕ) У ПЕТНАЕСТОДНЕВНИМ ПЕРИОДИМА СЕЗОНЕ ОДБРАНЕ ОД ГРАДА У НИЗУ 1984. - 1997. ГОДИНЕ

Ружица Радовановић Булић,
Иван Булић,
Десанка Хркаловић,
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд

Abstract

It is well known that occurrence frequency and hailstone dimensions vary during the hail suppression season. On the basis of 14 years series, the analysis of hailstone sizes for some periods of the season is made in this paper.Ovde

Абстракт

Из искуства је познато да су честина појаве и спектар димензија зрна града променљиви у току сезоне одбране од града. У овом раду је, на основу четрнаестогодишњег низа, извршена анализа спектра димензија зрна града за поједине делове сезоне.

1. УВОД

За израду овог рада коришћени су подаци из архиве Сектора одбране од града Републичког хидрометеоролошког завода Србије.

Обрађени су сви расположиви подаци, о атмосферским појавама на противградним станицама свих 12 Радарских центара Републике Србије. Обрађен је временски низ од 1984. до 1997. године. Као почетна година за обраду узета је 1984. година јер је тада, заокружен систем одбране од града на 96% пољопривредне површине Републике Србије (без Војводине где се још увек не спроводи одбрана од града).

У овом временском периоду од 14 година регистровано је 17643 појаве падања града или суградице. Над прикупљеним подацима програмски је извршена обрада у циљу њиховог класирања и на основу тога су урађене табеле 1. и 2. (дате на крају рада).

Табела 2. представља преглед апсолутних и релативних честина (у %) броја противградних станица на којима је осмотрен град одређене величине за обрађивани низ, за петнаестодневне периоде сезоне одбране од града за читаву област Републике Србије.

Табела 3. представља преглед апсолутних и релативних (у %) честина броја противградних станица са осмотреним градом одређене величине за сваку годину из низа осматрања.

2. АНАЛИЗА И ПРИКАЗ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Да би се добио спектар димензија зрна града и његове промене у току сезоне одбране од града, сезона је подељена на 12 периода, који су добијени дељењем месеца на два дела од 1. до 15. у месецу и од 16. до краја месеца.

Димензије зрна града (пречник зрна), су подељене у 8 класа које одговарају начину шифровања величине зрна града у Сектору одбране од града.

Табела 1. Пречник зрна града према шифрарнику.

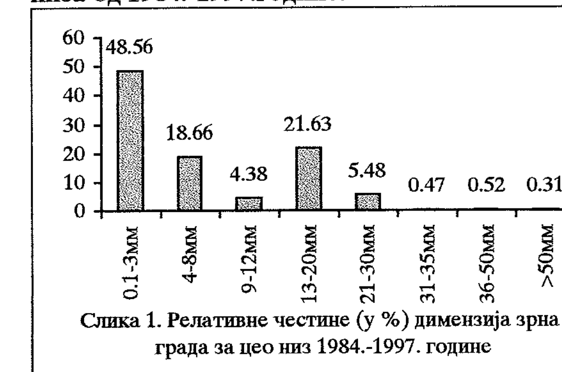
Димен. [mm]	Величина према шифрарнику
0.1-3.0	Зрно пиринча (суградица)
4-8	Зрно кукуруза
9-12	Зрно пасуља
13-20	Лешник
21-30	Орах
31-35	Голубије јаје
36-50	Кокошије јаје
>50	Непредвиђене величине

Укупан број појава града и суградице класиран је према величини зрна и према периоду сезоне. На основу тих података добијена је табела 2. У првој колони табеле, наведени су периоди, а затим следи осам колона за димензије зрна. За сваки период и сваку класу величине зрна града или суградице, дате су апсолутне и релативне честине. Релативне честине су израчунате у односу на укупан број појава.

У последњој колони дате су честине појаве града и суградице, збирно за све величине а по појединим деловима сезоне. У последњем реду табеле 2, дате су честине појединих класа величине зрна града, за свих 14 година.

3. СПЕКТАР ДИМЕНЗИЈА ЗРНА ГРАДА ЗА ЦЕЛУ СЕЗОНУ

Прво је анализиран спектар свих података из низа од 1984.-1997.године.



Слика 1. Релативне честине (у %) димензија зрна града за цео низ 1984.-1997. године

На слици 1, приказане су релативне честине броја противградних станица које су осмотриле појаву града или суградице за читав временски низ, и на основу ње се могу извести следећи закључци:

Највећу честину (48,56%) имају зрна величине 0,1-3 мм (суградица),
Друга по реду честина (21,63%), је за град величине 13-20 мм (лешник),
Трећа по реду честина (18,66%), је за град величине 4-8 мм (зрно кукуруза),
Ове три величине зрна (суградица, лешник и зрно кукуруза) чине укупно 88,85% појављивања свих осмотрених величина,
У 98,71% случајева димензије зрна града су до 30 мм,
У 93,23% случајева димензије зрна града су до 20 мм.

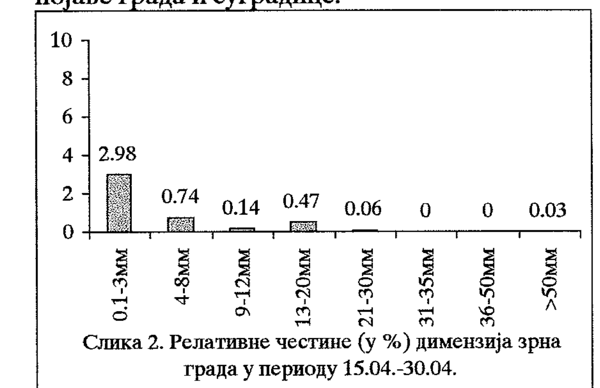
На основу табеле 2. виде се пет периода са великом честином појављивања града или суградице (без обзира на величину зрна). Ових пет периода чине један континуи-рани низ који почиње 1. маја и траје до 15. јула. Из овог низа може да се издвоји максимум у току јуна месеца.

4. СПЕКТАР ДИМЕНЗИЈА ЗРНА ГРАДА ПО ПОЈЕДИНИМ ПЕРИОДИМА СЕЗОНЕ ЗА НИЗ 1984.-1997.ГОДИНА

У даљој анализи урађено је 12 хистограма где је на сваком дат спектар димензија зрна града за по један период у сезони. На X-оси хистограма су класе димензија зрна града, а на Y-оси вредности релативних честина броја противградних станица са осмотреним појавама града или суградице.

Период од 15.04.-30.04.

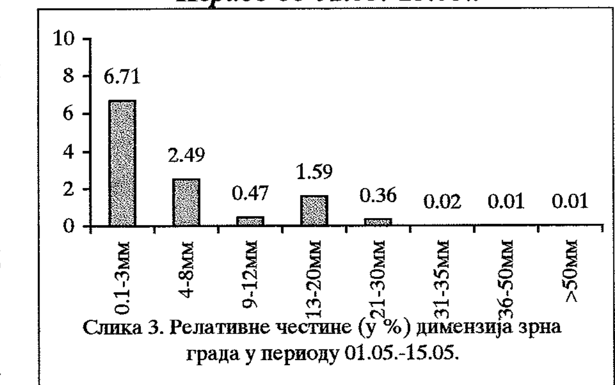
У овом периоду (слика 2), ретко долази до појаве града и суградице.



Слика 2. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 15.04.-30.04.

Град је забележен 255 пута, односно 1,44% од укупног броја појава. Суградица је забележена у 526 пута, тј. 2.98% од укупног броја појава. Појава зрна града већих од 20 mm има само у 0,09% случајева.

Период од 01.05.-15.05.:



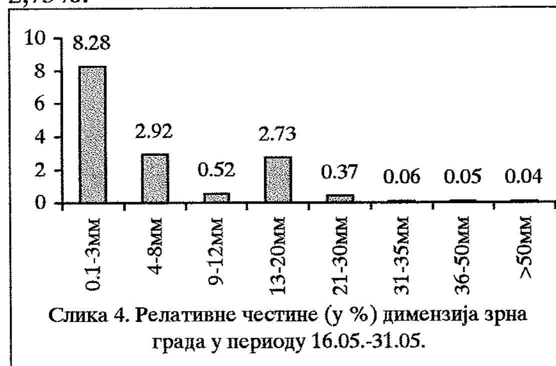
Слика 3. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.05.-15.05.

У овом временском периоду (слика 3), стварају се повољнији услови за развој непогода, што се види и са хистограма. Ово је један од пет периода у којима се најчеће јављају град и суградица. Број случајева појављивања града и суградице је за 2,6 пута већи него у претходном периоду. Појава зрна града већих од 30 mm има само у 0,04% случајева.

Период од 16.05.-31.05.:

У овом периоду (слика 4) појава града и суградице и даље расте. Најчешћа величина зрна града је од 0,1-3 mm (у 8,28% случајева),

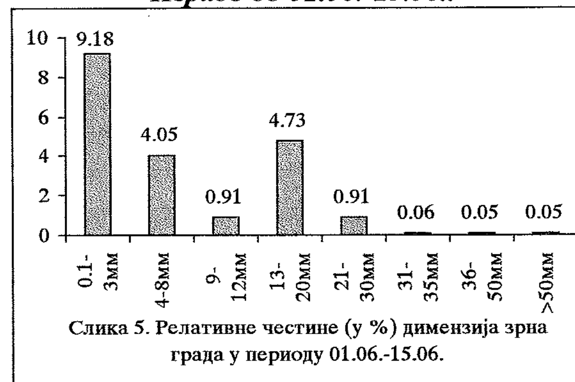
што представља сурградицу. Затим следе две димензије зрна са сличном честином јављања: димензија зрна од 4-8 mm (зрно кукуруза) са честином јављања од 2,92% и димензија зрна од 13-20 mm (лешник) са честином јављања од 2,73%.



Слика 4. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 16.05.-31.05.

Појава зрна града већих од 30 mm има само у 0,15% случајева.

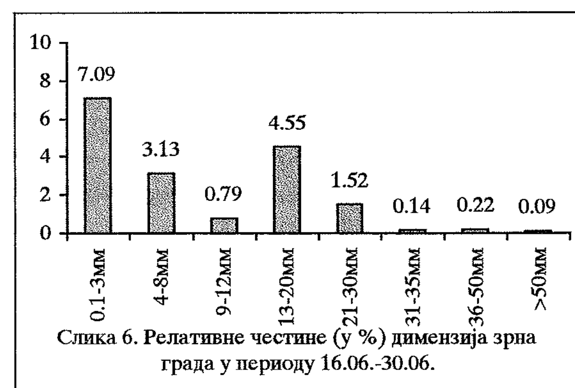
Период од 01.06.-15.06.:



Слика 5. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.06.-15.06.

Ово је период у коме су појаве града и суградице највеће (слика 5). Суградица се јавља у 9,18% случајева, а град величине од: 13-20 мм у 4,73% случајева, а од 4-8 мм у 4,05% случајева. Повећана је честина јављања зрна од 9-12 мм и од 21-30 мм и она износи 0,91% укупног броја случаје-ва. Појава зрна већих од 30 мм задржала је вредност из прошлог периода.

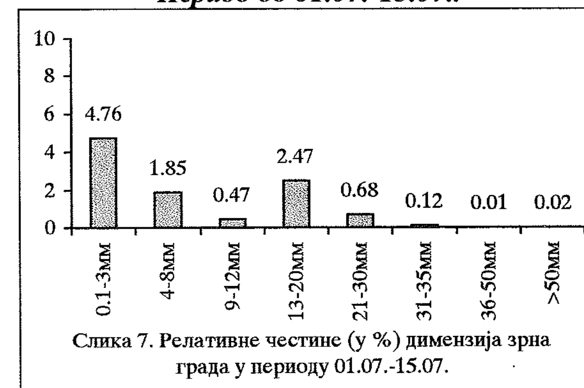
Период од 16.06.-30.06.:



Слика 6. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 16.06.-30.06.

У овом периоду (слика 6) долази до пада честине суградице, а смањује се и број зрна величине од 4-8 mm и од 9-12 mm. Број зрна величине од 13-20 mm је сличан као у претходном периоду. Број зрна величине од 21-30 mm је за 60% повећан у односу на претходни период, а честина јављања зрна већих од 30 mm је у 0,45% случајева. Изразито је повећана честина јављања зрна од 36-50 mm.

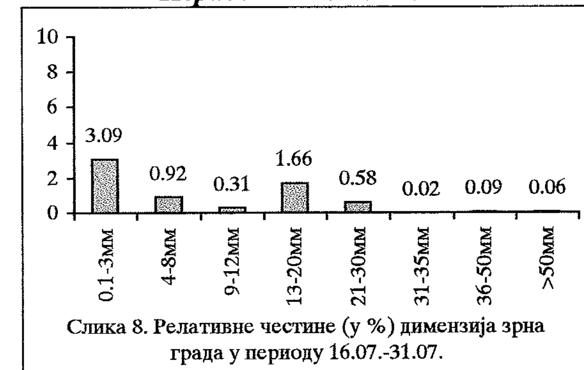
Период од 01.07.-15.07.:



Слика 7. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.07.-15.07.

У овом периоду (слика 7) долази до пада честина појављивања свих величина зрна града. Зрна града већих од 30 mm има опет само у 0,15% случајева.

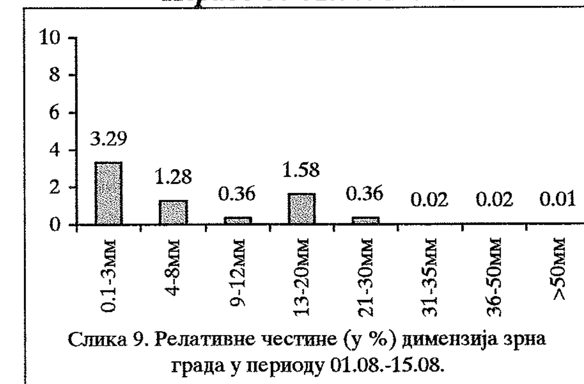
Период од 16.07.-31.07.:



Слика 8. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 16.07.-31.07.

Укупан број појављивања града и суградице се смањује у односу на претходни период, једино је честина јављања зрна од 36-50 mm повећана.

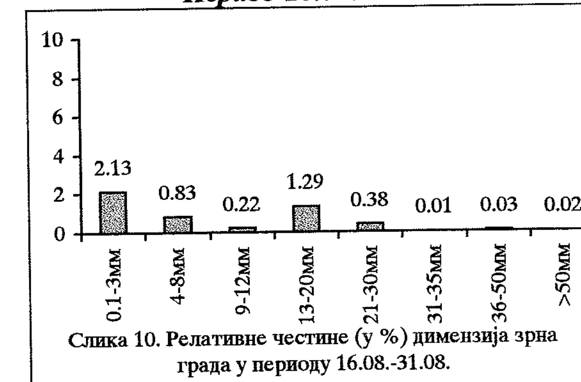
Период од 01.08.-15.08.:



Слика 9. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.08.-15.08.

У овом периоду је дошло до слабијег пораста честина појављивања зрна величине 0,1-3 mm и 4-8 mm. Честина појављивања свих осталих величина је смањена.

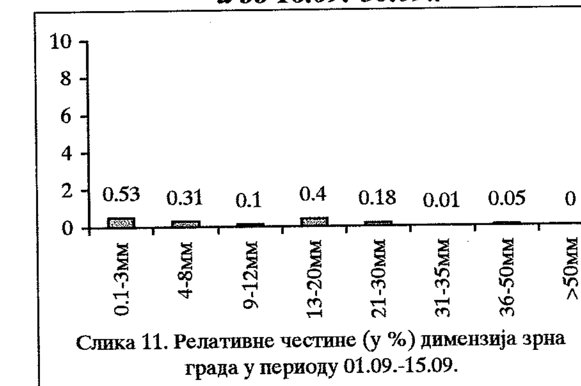
Период 16.08.-31.08.:



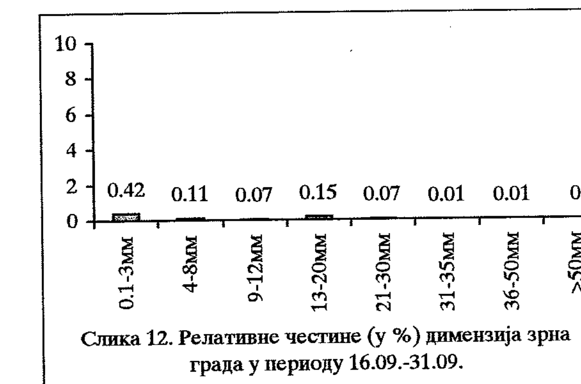
Слика 10. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 16.08.-31.08.

У овом периоду (слика 10) долази до пада првих четири величине зрна града. Чести-на појављивања града величине преко 20 mm је остала на нивоу претходног месеца.

Периоди од 01.09.-15.09. и од 16.09.-30.09.:



Слика 11. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.09.-15.09.

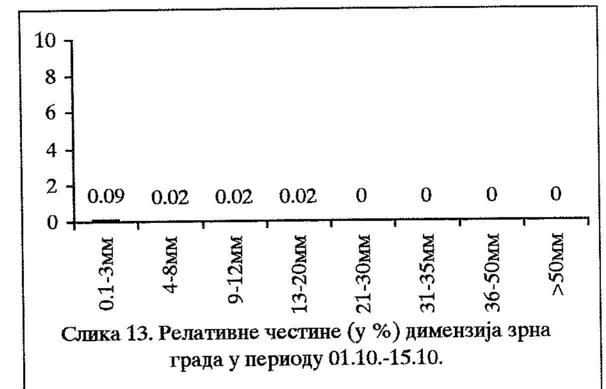


Слика 12. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 16.09.-31.09.

Септембар (слике 11 и 12) карактерише општи пад честина појављивања свих величина зрна града. Величине преко 50 mm нема.

Период 01.10.-15.10.:

У овом периоду је за низ од 14 година град и суградица забележена само 25 пута (0,14%). Зрна града величине преко 20 mm нису забележена (слика 13).



Слика 13. Релативне честине (у %) димензија зрна града у периоду 01.10.-15.10.

5. СПЕКТАР ДИМЕНЗИЈА ЗРНА ГРАДА ПО ГОДИНАМА

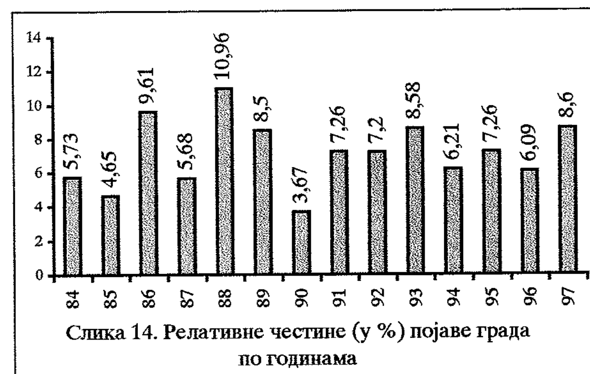
У циљу одређивања карактеристика појединих година урађени су спектри димензија зрна града по годинама, за низ од 1984. до 1997. године. За те потребе урађена је табела 3, у којој су сортирани подаци по класама величине зрна града и по годинама. Подаци су дати у апсолутним и релативним честинама (у %). Урађени су и хистограми за сваку годину, који због ограниченог простора неће бити приказани.

На основу табеле 3 могу да се изведу следећи закључци:

- ♦ За све године датог низа карактеристи-чна су два изражена максимума честина осмотре-ног града датих димензија.
- ♦ За све године низа израженији је први (главни) максимум. Он се односи на интервал димензија од 0,1-3 mm, односно то је суградица.
- ♦ Главни максимум је најизраженији 1986. године када износи 5.64%, а најмање је изражен 1990.године када је износио 1,98% свих случајева.
- ♦ Други максимум (секундарни) је слабије изражен и налази се у интервалу од 13 до 20 mm, то је зрно града величине лешника.
- ♦ Секундарни максимум је био најизра-женији 1988.године када је износио 2.67% (а сличне вредности су имале и следеће године: 1997. - 2,33%, и 1993. - 2,23%) од свих случајева.
- ♦ Највећа честина појављивања зрна града већих од 30 mm била је 1997. године (0,4%) и 1993.године (0,22%).

6. РЕЛАТИВНЕ ЧЕСТИНЕ ПОЈАВЕ ГРАДА ПО ГОДИНАМА

У последњој колони табеле 3, дато је збирно за сваку годину колико је било ових појава. На основу те табеле урађен је хистограм релативне честине појаве града по годинама.



Слика 14. Релативне честине (у %) појаве града по годинама

У току четрнаестогодишњег периода забележено је 17643 појава града и суградице, то је по години у просеку по 1260,2 појаве или 7,14%.

На основу оваквих показатеља, године се могу поделити на надпросечне и оне које су испод просека по честини јављања испитиваних појава.

Из овог хистограма могу да се изведу следећи закључци:

било је пет надпросечних година: 1986., 1988., 1989., 1993. и 1997.година

испод просека је било шест година: 1984., 1985., 1987., 1990., 1996. и 1996. година

у нивоу просека су биле три године: 1991., 1992. и 1995.година.

Година са највећим бројем појављивања града и суградице била је 1988. са 10,96% од укупног броја, а најмање појава је било 1990. само 3,67%.

7. ЗАКЉУЧАК

На основу свега изнетог могу да се изведу следећи закључци:

Највећу честину појављивања (48,56%) имају зрна величине 0,1 - 3 мм (сугра-дица),

Друга по реду честина (21,63%), је за град величине 13-20 мм (лешник),

Трећа по реду честина (18,66%), је за град величине 4-8 мм (зрно кукуруза),

У 98,71 % случајева димензије зрна града су до 30 мм,

У 93,23 % случајева димензије зрна града су до 20 мм.

У периоду од 16. септембра до 15. октобра до појаве града и суградице долази у свега 0,98 % случајева.

Постоје пет периода са великом честином по-јаве града или суградице. Овик пет периода чине један континуирани низ који почиње 1. маја и траје до 15. јула.

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

Табела 2. Преглед апсолутних и релативних честина, броја противградних станица на којима је осмотрена појава града или суградице, по петнаестодневним перидима.

Период сезоне	Апсолутне и релативне (у %) честине броја ПГС са осмотреним градом датих величина за низ 1984.-1997. година								Укупно по периодима
	0.1-3mm	4-8mm	9-12mm	13-20mm	21-30mm	31-35mm	36-50mm	>50mm	
15.04.-	526	131	25	83	11	0	0	5	**781**
30.04.	2.98%	0.74%	0.14%	0.47%	0.06%	0%	0%	0.03%	**4.43%**
01.05.-	1183	439	83	280	63	4	2	1	**2055**
15.05.	6.71%	2.49%	0.47%	1.59%	0.36%	0.02%	0.01%	0.01%	**11.65%**
16.05.-	1461	516	91	482	66	11	8	7	**2642**
31.05.	8.28%	2.92%	0.52%	2.73%	0.37%	0.06%	0.05%	0.04%	**14.97%**
01.06.-	1620	715	161	834	161	10	8	8	**3517**
15.06.	9.18%	4.05%	0.91%	4.73%	0.91%	0.06%	0.05%	0.05%	**19.93%**
16.06.-	1251	553	140	803	269	24	38	16	**3094**
30.06.	7.09%	3.13%	0.79%	4.55%	1.52%	0.14%	0.22%	0.09%	**17.54%**
01.07.-	840	327	83	436	120	21	1	3	**1831**
15.07.	4.76%	1.85%	0.47%	2.47%	0.68%	0.12%	0.01%	0.02%	**10.38%**
16.07.-	546	163	54	292	102	4	16	10	**1187**
31.07.	3.09%	0.92%	0.31%	1.66%	0.58%	0.02%	0.09%	0.06%	**6.73%**
01.08.-	580	226	63	279	64	3	3	2	**1220**
15.08.	3.29%	1.28%	0.36%	1.58%	0.36%	0.02%	0.02%	0.01%	**6.91%**
16.08.-	376	146	38	228	67	2	5	3	**865**
31.08.	2.13%	0.83%	0.22%	1.29%	0.38%	0.01%	0.03%	0.02%	**4.90%**
01.09.-	94	55	18	70	31	2	8	0	**278**
15.09.	0.53%	0.31%	0.10%	0.40%	0.18%	0.01%	0.05%	0%	**1.58%**
16.09.-	74	19	13	26	12	2	2	0	**148**
30.09.	0.42%	0.11%	0.07%	0.15%	0.07%	0.01%	0.01%	0%	**0.84%**
01.10.-	16	3	3	3	0	0	0	0	**25**
15.10.	0.09%	0.02%	0.02%	0.02%	0%	0%	0%	0%	**0.14%**
Цела	**8567**	**3293**	**772**	**3816**	**966**	**83**	**91**	**55**	**17643**
година	**48.56%**	**18.66%**	**4.38%**	**21.63%**	**5.48%**	**0.47%**	**0.52%**	**0.31%**	**100%**

Табела 3. Преглед апсолутних и релативних честина, броја противградних станица на којима је осмотрена појава града или суградице, за сваку годину из низа 1984.-1997.

Година	Апсолутне и релативне (у %) честине броја ПГС са осмотреним градом датих величина за								Укупно осмотрено по годинама
	0.1-3mm	4-8mm	9-12mm	13-20mm	21-30mm	31-35mm	36-50mm	>50mm	
1984.	562	220	40	158	30	1	0	0	**1011**
	3.19%	1.25%	0.23%	0.90%	0.17%	0.01%	0%	0%	**5.73%**
1985.	443	153	29	173	19	0	0	4	**821**
	2.51%	0.87%	0.16%	0.98%	0.11%	0%	0%	0.02%	**4.65%**
1986.	995	250	58	330	53	3	1	6	**1696**
	5.64%	1.42%	0.33%	1.87%	0.30%	0.02%	0.01%	0.03%	**9.61%**
1987.	534	150	35	227	49	1	3	3	**1002**
	3.03%	0.85%	0.20%	1.29%	0.28%	0.01%	0.02%	0.02%	**5.68%**
1988.	857	440	60	471	94	3	2	7	**1934**
	4.86%	2.49%	0.34%	2.67%	0.53%	0.02%	0.01%	0.04%	**10.96%**
1989.	697	335	72	309	71	1	3	12	**1500**
	3.95%	1.90%	0.41%	1.75%	0.40%	0.01%	0.02%	0.07%	**8.50%**
1990.	350	117	21	135	17	3	0	5	**648**
	1.98%	0.66%	0.12%	0.77%	0.10%	0.02%	0%	0.03%	**3.67%**
1991.	646	273	57	227	58	4	11	4	**1280**
	3.66%	1.55%	0.32%	1.29%	0.33%	0.02%	0.06%	0.02%	**7.26%**
1992.	673	219	65	242	55	7	7	2	**1270**
	3.81%	1.24%	0.37%	1.37%	0.31%	0.04%	0.04%	0.01%	**7.20%**
1993.	629	239	63	394	150	20	14	5	**1514**
	3.57%	1.35%	0.36%	2.23%	0.85%	0.11%	0.08%	0.03%	**8.58%**
1994.	565	192	55	221	58	2	0	2	**1095**
	3.20%	1.09%	0.31%	1.25%	0.33%	0.01%	0%	0.01%	**6.21%**
1995.	526	253	69	328	88	11	4	1	**1280**
	2.98%	1.43%	0.39%	1.86%	0.50%	0.06%	0.02%	0.01%	**7.26%**
1996.	599	194	52	190	33	5	1	0	**1074**
	3.40%	1.10%	0.29%	1.08%	0.19%	0.03%	0.01%	0%	**6.09%**
1997.	491	258	96	411	191	22	45	4	**1518**
	2.78%	1.46%	0.54%	2.33%	1.08%	0.12%	0.26%	0.02%	**8.60%**
Збир	**8567**	**3293**	**772**	**3816**	**966**	**83**	**91**	**55**	**17643**
	48.56%	**18.66%**	**4.38%**	**21.63%**	**5.48%**	**0.47%**	**0.52%**	**0.31%**	**100%**

ДНЕВНИ ХОД ПОЈАВЕ ГРАДА И СУГРАДИЦЕ У ПЕТНАЕСТОДНЕВНИМ ПЕРИОДИМА СЕЗОНЕ ОДБРАНЕ ОД ГРАДА У НИЗУ 1984.-1997. ГОДИНЕ

Ружица Радовановић Булић,
Иван Булић,
Десанка Хркаловић,
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд

Abstract

The experience showed that hail does not fall uniformly during all parts of the day. This paper invlolves the analysis of hail occurrences in some time intervals (daily distribution) for some parts of the season on the basis of 14 years time interval.

Абстракт

Из искуства је познато да град не пада равномерно у свим добима дана. У овом раду је, на основу четрнаестогодишњег низа, извршена анализа појављивања града у одређеном временском интервалу (дневна расподела) за поједине делове сезоне одбране од града.

1. УВОД

За израду рада коришћени су подаци из архиве Сектора одбране од града Републичког хидрометеоролошког завода.

У обраду су узети сви расположиви подаци о атмосферским појавама на против-градним станицама свих 12 Радарских центара Републике Србије. Обрађен је временски низ од 1984. до 1997.године. Као почетна година за обраду узета је 1984.година јер је тада, заокружен систем одбране од града на 96% пољопривредне површине Републике Србије (без Војводине где се још увек не спроводи одбрана од града).

У овом временском периоду од 14 година регистровано је 17643 појаве падања града или сурадице (с обзиром да за овај рад није битна величина зрна града у даљем тексту ће бити коришћен само израз град). Над прикупљеним подацима програмски је извршена обрада у циљу њиховог класирања и на основу тога су урађене табеле 1. и 2.(дате на крају рада).

Обрада података није вршена статисти-чким методама, а тако ће подаци да буду обрађени у неком од наредних радова.

Табела 1. представља преглед апсолутних и релативних честина (у %) појављивања града у одређеном временском интервалу (дневна расподела) за посматрани низ за петнаестодневне периоде сезоне одбране од града за читаву област Републике Србије.

Табела 2. представља преглед апсолутних и релативних (у %) честина појављивања града у одређеном сатном интервалу за сваку годину из датог низа осматрања, за област Републике Србије.

2. АНАЛИЗА И ПРИКАЗ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Да би се добила дневна расподела појављивања града и њена промена у току сезоне одбране од града, сезона је подељена на 12 периода, који

су добијени дељењем месеца на два дела од 1. до 15. у месецу и од 16. до краја месеца.

Да би се добила дневна расподела, појављивања града, дан је подељен на 24 сатна интервала.

Укупан број појава града (17643 случаја) класиран је према сату у коме је појава забележена и према периоду сезоне. На основу ти података добијена је табела 1..

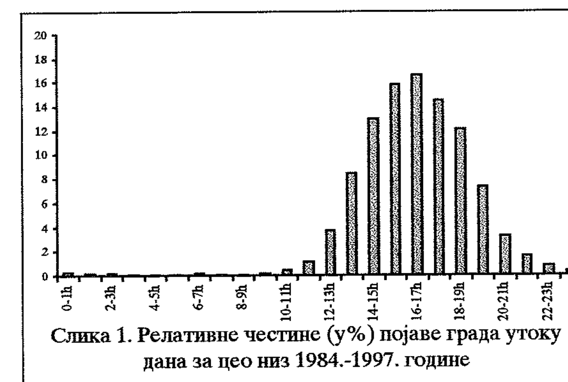
У првој колони табеле, наведена су 12 периода сезоне одбране од града, а затим следи двадесет четири колоне за број забележених појава града у одређеном сату. За сваки период и сваки сат у коме је забележена појава града дате су апсолутне и релативне честине. Релативне честине су израчунате у односу на укупан број појава (17643).

У последњој колони дате су честине појаве града за поједине делове сезоне.

У последњем реду табеле 1., дате су честине појављивања града у сваком сату, за свих 14 година.

3. ДНЕВНИ ХОД ПОЈАВЉИВАЊА ГРАДА ЗА ЦЕЛУ СЕЗОНУ

Прво је анализирана дневна расподела појављивања града за низ од 1984.-1997.године.



Слика 1. Релативне честине (у%) појаве града утоку дана за цео низ 1984.-1997. године

На добијеном хистограму (слика 1) приказане су релативне честине броја противградних станица које су осмотриле појаву града, у сатним интервалима, за читав временски низ.

На основу хистограма могу да се изведу следећи закључци:

Од забележених 17643 случаја појаве града, у 8256 случајева (или 46,8%) град је падао између 15 и 18 часова.

У 71,81% случајева град се јавља између 14 и 19 часова,

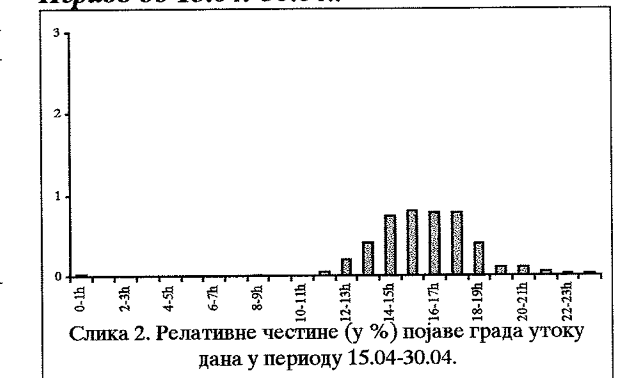
У 87,62% случајева град се јавља између 13 и 20 часова,

У времену између 0 и 10 часа до појаве града долази само у 1,23 %случајева, а у периоду од 22 до 24 часа град је забележен у 1,14% случајева.

4. ДНЕВНИ ХОД ПОЈАВЉИВАЊА ГРАДА ПО ПОЈЕДИНИМ ПЕРИОДИМА СЕЗОНЕ

У даљој анализи урађено је 12 хистограма где се на сваком од њих на X-оси налазе сатни интервали у којима долази до појаве града, а на Y-оси вредности релативне честине броја противградних станица на којима је забележена појава града.

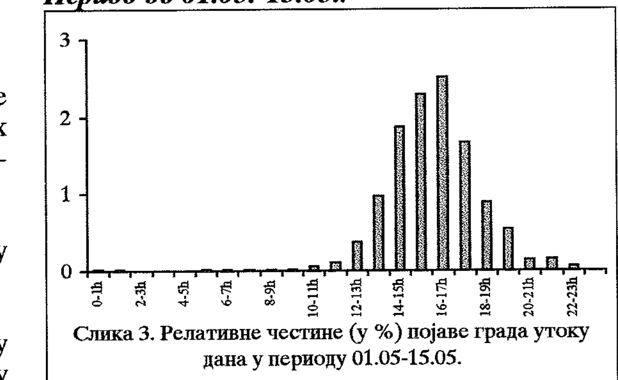
Период од 15.04.-30.04.:



Слика 2. Релативне честине (у %) појаве града утоку дана у периоду 15.04-30.04.

У овом периоду (слика 2) до појаве града долази у 4,43% случајева. До појаве града долази најчешће између 14 и 18 часова и то у 69% случајева од укупног броја појављи-вања у овом периоду. У периоду између 01 и 11 часова за овај четрнаестогодишњи период забележена је само 1 појава града.

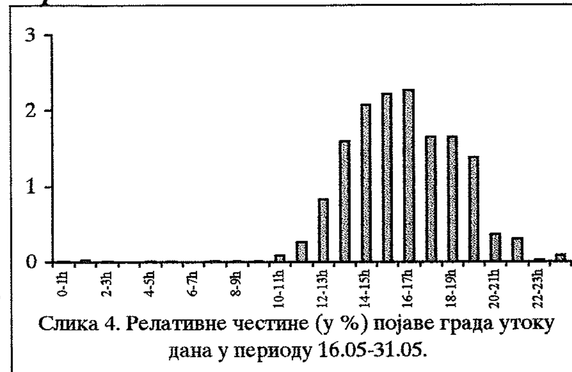
Период од 01.05.-15.05.:



Слика 3. Релативне честине (у %) појаве града утоку дана у периоду 01.05-15.05.

У првој половини маја (слика 3) град се најчешће јавља између 14 и 18 часова и то у 71,5% свих случајева појављивања града у овом периоду. Максимум се јавља у периоду од 15 до 17 часова (у 41,1% свих случајева у овом периоду). У периоду између 01 и 05 часова град је забележен само једанпут.

Период од 16.05.-31.05.:

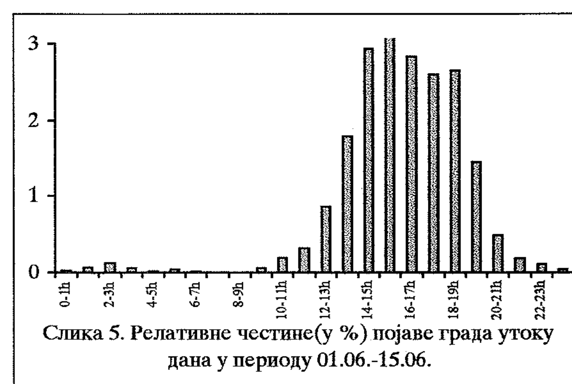


Слика 4. Релативне честине (у %) појаве града утоку дана у периоду 16.05-31.05.

У другој половини маја (слика 4) град се јавља између 12 и 20 часова у 91,5% случајева појављивања града у овом периоду. Максимум се јавља између 14 и 17 часова (у 43,8% случајева). У периоду до 12 часова град се јавља у свега 3,2%, а после 20 часова у 5,3% случајева.

Период од 01.06.-15.06.:

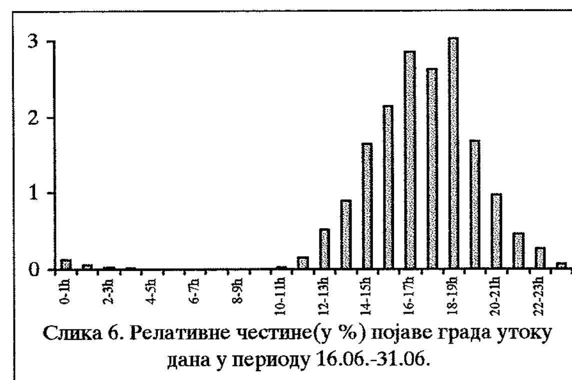
У овом периоду (слика 5) град се јавља између 13 и 20 часова у 87% случајева појављивања града у овом периоду. Максимум може да се издвоји у истом временском интервалу као и у претходном периоду, између 14 и 17 часова у 44,4% случајева.



Слика 5. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 01.06.-15.06.

Период од 16.06.-30.06.:

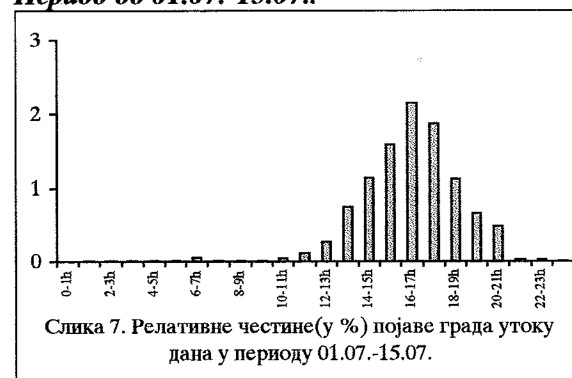
У другој половини јуна (слика 6) град се јавља између 13 и 21 час у 90,2% случајева појављивања града у овом периоду. Најчешће се јавља између 14 и 19 сати и то у 48,4% случајева.



Слика 6. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 16.06.-31.06.

За обрађивани низ година у периоду између 4 и 10 сати није забележена ни једна појава града.

Период од 01.07.-15.07.:



Слика 7. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 01.07.-15.07.

У овом периоду (слика 7) град се најчешће јавља између 13 и 20 часова и то у 82,9% свих случајева у овом периоду. Најчешће се јавља између 15 и 18 часова (у 54% случајева).

Период 16.07.-31.07.:

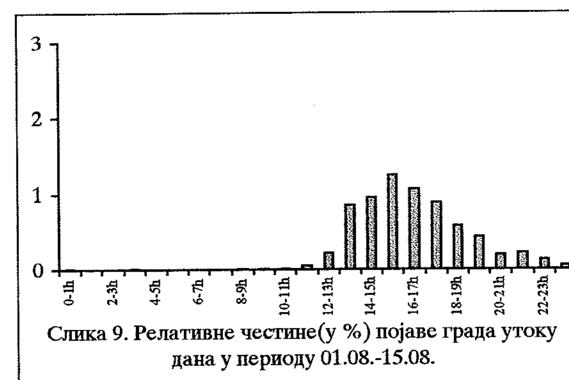
Слика 8. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 16.07.-31.07.

У овом периоду (слика 8) од 13 до 20 часо-ва град се јавља у 86,8% свих забележених појава у овом периоду. Град се најчешће јавља између 17 и 19 часова (у 34 % случа-јева).

Периоди 01.08.-15.08. и 16.08.-31.08:

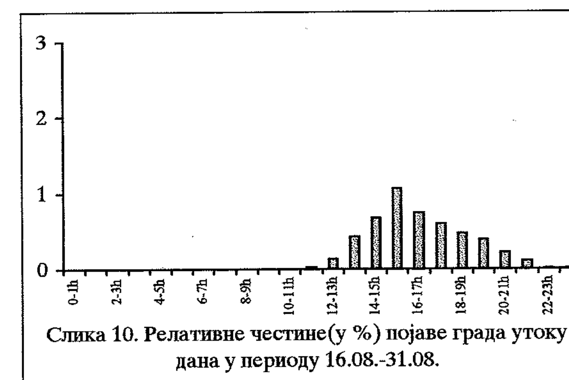
У ова два периода (у августу, слике 9 и 10) град се најчешће јавља између 13 и 19 сати у преко

80 % случајева (у односу на све забележене појаве у овим периодима).



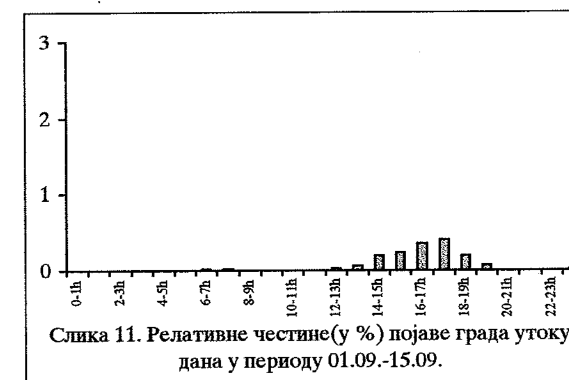
Слика 9. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 01.08.-15.08.

Град се најчешће јавља између 15 и 16 часова. У првом периоду од поноћи до 9 сати било је три појаве града, а у другом периоду до 11 сати није било појаве града, за читав обрађивани низ година.



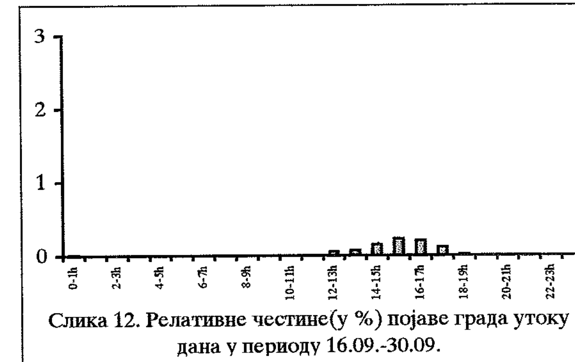
Слика 10. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 16.08.-31.08.

Период од 01.09.-15.09. и 6.09.-30.09:



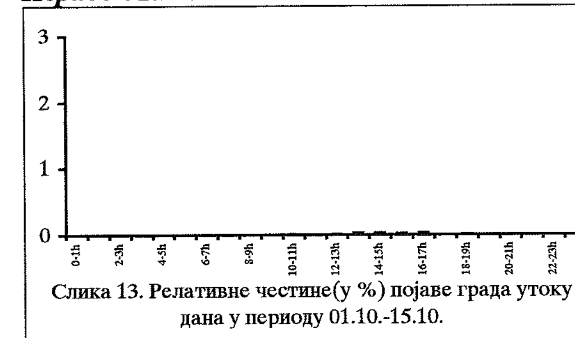
Слика 11. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 01.09.-15.09.

У току септембра месеца (слике 11 и 12) град се јавља у свега 2,42 % случајева у односу на читаву сезону (у првој половини у 1,58 % и у другој у 0,84 % случајева), и то у временском интервалу од 12 до 19 часова. Од поноћи до 12 и после 19 часова град се може сматрати ретком појавом.



Слика 12. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 16.09.-30.09.

Период 01.10.-15.10.:



Слика 13. Релативне честине(у %) појаве града утоку дана у периоду 01.10.-15.10.

У овом периоду (слика 13), у односу на читаву сезону град се јавља у само 0,14% случајева.

За читаву сезону одбране од града може, уопштено, да се каже да од 15.04. до 15.05. и од 01.09. до 30.09. град најчешће пада између 14 и 18 часова, а од 16.05. до 31.08. између 13 и 20 часова.

Осим тога може да се изведе и закључак да у периоду од 0 до 10 сати има појаве града у мају, јуну и јулу месецу, а у осталим месецима може да се сматра ретком појавом.

5. ДНЕВНИ ХОД ПОЈАВЉИВАЊА ГРАДА ПО ПОЈЕДИНИМ ГОДИНАМА

У циљу одређивања карактеристика појединих година урађена је дневна расподела града по годинама за низ од 1984. до 1997. године. За те потребе урађена је табела 2, у којима су сортирани подаци по сатним интервалима и по годинама. Подаци су дати у апсолутним и релативним честинама (у %). Урађени су и хистограми који због ограниченог про-стора неће бити приказани.

Најзначајнији закључак који може да се изведе из табеле 2. и хистограма је да у току дана имамо два веома различита периода у односу на падање града и то период између 12 и 21 часа и између 00 и10 часова. Разматрани су посебно:

Табела 1. Преглед апсолутних и релативних честина, броја противградних станица на којима је у одређеном сату осмотрена појава града или суградице, по петнаестодневним перидима.

Период сезоне	АПСОЛУТНЕ И РЕЛАТИВНЕ (у %) ЧЕСТИНЕ БРОЈА ПГС СА ОСМОТРЕНИМ ГРАДОМ У ДАТОМ ВРЕМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛУ ЗА НИЗ 1984.-1997. ГОДИНА																								Укупно
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
15.04.-	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	33	70	128	141	135	135	69	20	19	8	5	6	781
30.04.	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.01%	0%	0%	0.05%	0.19%	0.40%	0.73%	0.80%	0.77%	0.77%	0.39%	0.11%	0.11%	0.05%	0.03%	0.03%	4.43%
01.05.-	2	1	0	0	0	2	3	1	2	1	9	19	65	171	329	404	441	294	156	95	25	26	9	0	2055
15.05.	0.01%	0.01%	0%	0%	0%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.05%	0.11%	0.37%	0.97%	1.86%	2.29%	2.50%	1.67%	0.88%	0.54%	0.14%	0.15%	0.05%	0%	11.65%
16.05.-	3	5	1	0	2	2	0	4	4	4	15	45	147	283	365	391	401	293	291	245	65	54	6	16	2642
31.05.	0.02%	0.03%	0.01%	0%	0.01%	0.01%	0%	0.02%	0.02%	0.02%	0.09%	0.26%	0.83%	1.60%	2.07%	2.22%	2.27%	1.66%	1.65%	1.39%	0.37%	0.31%	0.03%	0.09%	14.97%
01.06.-	6	12	22	9	2	7	4	0	0	9	33	56	152	316	517	547	500	458	468	255	86	31	20	7	3517
15.06.	0.03%	0.07%	0.12%	0.05%	0.01%	0.04%	0.02%	0%	0%	0.05%	0.19%	0.32%	0.86%	1.79%	2.93%	3.10%	2.83%	2.60%	2.65%	1.45%	0.49%	0.18%	0.11%	0.04%	19.93%
16.06.-	22	8	5	1	0	0	0	0	0	0	6	28	90	158	290	375	501	464	535	297	173	82	46	13	3094
30.06.	0.12%	0.05%	0.03%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	0.16%	0.51%	0.90%	1.64%	2.13%	2.84%	2.63%	3.03%	1.68%	0.98%	0.46%	0.26%	0.07%	17.54%
01.07.-	0	2	2	1	2	2	11	1	1	4	7	19	49	131	201	279	379	330	197	115	84	5	5	4	1831
15.07.	0%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.06%	0.01%	0.01%	0.02%	0.04%	0.11%	0.28%	0.74%	1.14%	1.58%	2.15%	1.87%	1.12%	0.65%	0.48%	0.03%	0.03%	0.02%	10.38%
16.07.-	7	2	1	2	4	1	6	0	0	6	5	7	35	111	107	147	150	221	181	113	47	10	16	8	1187
31.07.	0.04%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.03%	0%	0%	0.03%	0.03%	0.04%	0.20%	0.63%	0.61%	0.83%	0.85%	1.25%	1.03%	0.64%	0.27%	0.06%	0.09%	0.05%	6.73%
01.08.-	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	3	8	38	150	167	221	187	156	102	75	33	40	23	11	1220
15.08.	0.01%	0%	0%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0.01%	0.02%	0.02%	0.05%	0.22%	0.85%	0.95%	1.25%	1.06%	0.88%	0.58%	0.43%	0.19%	0.23%	0.13%	0.06%	6.91%
16.08.-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25	76	119	187	132	105	85	68	40	19	2	2	865
31.08.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	0.14%	0.43%	0.67%	1.06%	0.75%	0.60%	0.48%	0.39%	0.23%	0.11%	0.01%	0.01%	4.90%
01.09.-	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5	10	34	43	61	73	34	12	0	0	0	1	278
15.09.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.01%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0.03%	0.06%	0.19%	0.24%	0.35%	0.41%	0.19%	0.07%	0%	0%	0%	0.01%	1.58%
16.09.-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13	27	40	35	20	4	0	0	0	0	0	148
30.09.	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.05%	0.07%	0.15%	0.23%	0.20%	0.11%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0.84%
01.10.-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5	6	4	6	0	1	0	0	0	0	0	25
15.10.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.01%	0%	0.01%	0.03%	0.03%	0.02%	0.03%	0%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0.14%
Цела	45	30	31	14	10	14	25	10	9	27	79	195	649	1494	2290	2779	2928	2549	2123	1295	572	275	132	68	17643
година	0.26%	0.17%	0.18%	0.08%	0.06%	0.08%	0.14%	0.06%	0.05%	0.15%	0.45%	1.11%	3.68%	8.47%	12.98%	15.75%	16.60%	14.45%	12.03%	7.34%	3.24%	1.56%	0.75%	0.39%	100%

Табела 2. Преглед апсолутних и релативних честина, броја противградних станица на којима је у одређеном сату осмотрена појава града или суградице, за сваку годину из низа.

	АПСОЛУТНЕ И РЕЛАТИВНЕ (у %) ЧЕСТИНЕ БРОЈА ПГС СА ОСМОТРЕНИМ ГРАДОМ У ДАТОМ ВРЕМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛУ ЗА СВАКУ ГОДИНУ ИЗ НИЗА																								Укупно
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
1984.	0	0	1	0	2	4	0	0	1	17	15	23	70	182	117	127	146	123	96	51	18	7	4	7	1011
	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%	0.10%	0.09%	0.13%	0.40%	1.03%	0.66%	0.72%	0.83%	0.70%	0.54%	0.29%	0.10%	0.04%	0.02%	0.04%	5.73%
1985.	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	22	67	165	190	124	58	47	66	39	20	3	9	821
	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.02%	0.12%	0.38%	0.94%	1.08%	0.70%	0.33%	0.27%	0.37%	0.22%	0.11%	0.02%	0.05%	4.65%
1986.	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	10	36	146	333	363	281	235	112	90	41	18	18	9	1696
	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.20%	0.83%	1.89%	2.06%	1.59%	1.33%	0.63%	0.51%	0.23%	0.10%	0.10%	0.05%	9.61%
1987.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21	20	76	47	103	132	159	166	139	95	40	0	1	0	1002
	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.12%	0.11%	0.43%	0.27%	0.58%	0.75%	0.90%	0.94%	0.79%	0.54%	0.23%	0.00%	0.01%	0.00%	5.68%
1989.	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19	59	174	187	259	329	301	325	174	47	14	24	12	1934
	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.11%	0.33%	0.99%	1.06%	1.47%	1.86%	1.71%	1.84%	0.99%	0.27%	0.08%	0.14%	0.07%	10.96%
1990.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	11	51	93	192	263	295	241	187	81	41	37	1	2	1500
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.02%	0.06%	0.29%	0.53%	1.09%	1.49%	1.67%	1.37%	1.06%	0.46%	0.23%	0.21%	0.01%	0.01%	8.50%
1991.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	9	31	91	123	66	98	49	70	58	36	11	0	3	648
	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.18%	0.52%	0.70%	0.37%	0.56%	0.28%	0.40%	0.33%	0.20%	0.06%	0.00%	0.02%	3.67%
1992.	2	1	4	2	2	3	12	2	2	1	4	16	58	127	165	229	187	155	131	118	40	14	4	1	1280
	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%	0.07%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.09%	0.33%	0.72%	0.94%	1.30%	1.06%	0.88%	0.74%	0.67%	0.23%	0.08%	0.02%	0.01%	7.26%
1993.	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	32	44	86	184	254	263	184	110	59	22	3	6	5	1270
	0.05%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.18%	0.25%	0.49%	1.04%	1.44%	1.49%	1.04%	0.62%	0.33%	0.12%	0.02%	0.03%	0.03%	7.20%
1994.	0	2	1	0	0	4	4	3	4	2	4	1	28	104	176	230	305	310	240	73	14	4	2	3	1514
	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	0.02%	0.01%	0.16%	0.59%	1.00%	1.30%	1.73%	1.76%	1.36%	0.41%	0.08%	0.02%	0.01%	0.02%	8.58%
1995.	23	9	3	1	2	0	8	0	1	4	6	18	41	98	151	127	152	144	117	98	40	21	21	10	1095
	0.13%	0.05%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.05%	0.00%	0.01%	0.02%	0.03%	0.10%	0.23%	0.56%	0.86%	0.72%	0.86%	0.82%	0.66%	0.56%	0.23%	0.12%	0.12%	0.06%	6.21%
1996.	0	8	22	10	2	1	0	0	0	0	0	9	36	87	167	189	208	188	148	103	60	30	12	0	1280
	0.00%	0.05%	0.12%	0.06%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.20%	0.49%	0.95%	1.07%	1.18%	1.07%	0.84%	0.58%	0.34%	0.17%	0.07%	0.00%	7.26%
1997.	0	1	0	0	2	1	1	4	0	2	8	19	35	78	133	196	205	157	113	68	29	14	7	1	1074
	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%	0.05%	0.11%	0.20%	0.44%	0.75%	1.11%	1.16%	0.89%	0.64%	0.39%	0.16%	0.08%	0.04%	0.01%	6.09%
1998.	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	62	114	94	154	176	238	288	161	105	82	29	6	1518
	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.35%	0.65%	0.53%	0.87%	1.00%	1.35%	1.63%	0.91%	0.60%	0.46%	0.16%	0.03%	8.60%
Збир	45	30	31	14	10	14	25	10	9	27	79	195	649	1494	2290	2779	2928	2549	2123	1295	572	275	132	68	17643
	0.26%	0.17%	0.18%	0.08%	0.06%	0.08%	0.14%	0.06%	0.05%	0.15%	0.45%	1.11%	3.68%	8.47%	12.98%	15.75%	16.60%	14.45%	12.03%	7.34%	3.24%	1.56%	0.75%	0.39%	100.00%

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

Период између 12 и 21 часа:

За све године датог низа карактери-стично је да се град у преко 85% случајева (сваке године) јавља између 13 и 20 часова, а у 95% случајева између 12 и 21 сата, или просечно 1191,3 пута годишње.

Године изнад просека су биле: 1988. (1855 пута), 1986. (1637 пута), 1993. (1480 пута), 1989 (1444 пута) и 1997. (1392 пуат).
Испод просека су биле године: 1990. (622 пута), 1985. (778 пута), 1996. (857 пута), 1984 (930 пута), 1987 (957 пута) и 1994. (968 пута).

Период између 00 и 10 часа:

У периоду између 0 и 10 часова град се јављао у само 1,23% случајева, (215 од укупног броја случајева) посматрајући све године збирно, или просечно 15,4 пута годишње.

Изнад овог просека су биле године: 1994. (51 пут), 1995. (43 пута), 1991. (31 пут), 1984. (25 пута) и 1993. (20 пута).

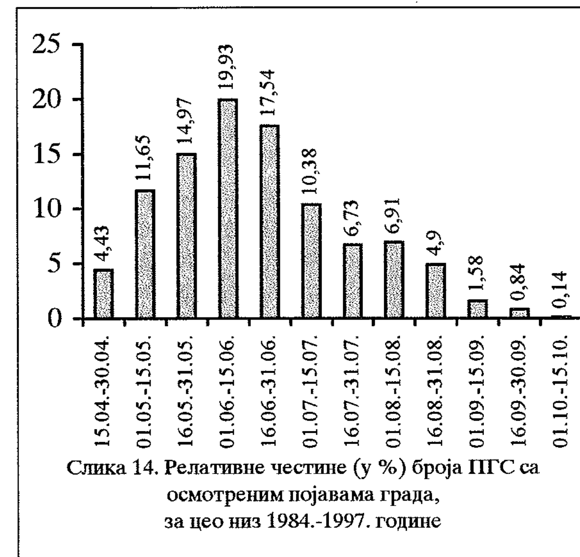
Године у којима се град, у овом периоду, могао сматрати ретком појавом су 1988. (1 пут), 1990. (2 пута), 1987. (3 пута), 1986., 1988., 1997. (по 4 пута) и 1985. (5 пута).

6. РЕЛАТИВНЕ ЧЕСТИНЕ ПОЈАВЕ ГРАДА У ТОКУ СЕЗОНЕ

Погледаћемо хистограм (слика 14) који нам показује честину појаве града у току сезоне.

На основу овог хистограма може да се закључи:

Постоје пет периода са великом честином појаве града. Ових пет периода чине један континуирани низ који почиње 01. маја и траје до 15. јула. Из овог низа може да се издвоји максимум у току јуна месеца.



Слика 14. Релативне честине (у %) броја ПГС са осмотреним појавама града, за цео низ 1984.-1997. године

Од 1. септембра долази до пада честина појава града и суградице, тако да у периоду од 1. септембра до краја сезоне долази до појаве града и суградице у свега 2,56% случајева.

У периоду од 16. септембра до 15. октобра до појаве града и суградице долази у свега 0,98% случајева.

7. ЗАКЉУЧАК

На основу свега изнетог могу да се изведу следећи закључци:

За све године датог низа карактеристи-чно је да се град у преко 85% случајева (сваке године) јавља између 13 и 20 часова, а у 95% случајева између 12 и 21 сата.

За читаву сезону одбране од града може, уопштено, да се каже да од 15.04. до 15.05. и од 01.09. до 30.09. град најчешће пада између 14 и 18 часова, а од 16.05. до 31.08. између 13 и 20 часова.

У периоду између 0 и 10 часова град се јављао у само 1,23% случајева.

У периоду од 0 до 10 сати има појаве града у мају, јуну и јулу месецу, а у осталим месецима може да се сматра ретком појавом.

Постоје пет полумесечних периода који чине континуирани низ са великом честином појаве града: од 01.05. до 15.07.

У периоду од 16. септембра до 15. октобра до појаве града и суградице долази у свега 0,98% случајева.

ОПТИМАЛНО ТЕМПИРАЊЕ РАКЕТА

Иван Булић
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд

Abstract

Hail suppression rockets are used for the hail cloud seeding within the hail suppression activity in the republic of Serbia. Rocket timing, i.e. the time of the beginning of dispersing the seeding material is very important in the seeding process. Recent experimental testing of the ballistic features of the hail supression rockets have indicated the need of determining new curves and checking the existing timing.

Абстракт

У систему одбране од града у Републици Србији, за засејавање градоносних облака користе се противградне ракете. Темпирање ракета, односно време почетка исејавања реагенса, веома је битно у процесу засејавања. Најновија експериментална испитивања спољнобалистичких карактеристика ракета, указала су на потребу одређивања нових балистичких кривих и проверу досадашњих темпирања.

1. УВОД

Од оснивања службе заштите од града коришћено је неколико типова ракета. Временом су стари типови повлачени и увођени нови, технолошки напреднији.

У опретивном раду, у систему заштите од града, за засејавање конвективних облака сада се користи пет типова ракета:

Тип	Произвођач
ТГ-10	19. Децембар, Подгорица
Сако-6	Сава Ковачевић, Тиват
ПП-6	Полиестер , Прибој
ПП-8	Полиестер , Прибој
ТМТ-9	Трајал, Крушевац

Свака ракета, носи са собом користан терет, који је у облику реагенса на бази сребројодида и ракета га исејава на једном делу свог пута у околну атмосферу. Почетак исејавања реагенса (***темпирање ракете***), задаје се пре лансирања и треба га изабрати тако да што већи део реагенса буде убачен у циљану запремину.
Циљана запремина је са доње и горње стране ограничена површима, чије су висине диктиране температурним условима у атмосфери. За доњу и горњу границу активности реагенса можемо узети ШI2Ђ висине изотерми -4°Ц и -12°Ц. Средња дебљина тог слоја према раду ШI1Ђ у данима са дејством износи око 1200 метара. Приликом избора елевације и темпирања за ракете, треба тежити да што веће количина реагенса остане у том слоју.

Тренутно се, у оперативном раду користи фиксно темпирање. Свакој ракети је одре-ђено једно темпирање за све елевације.
Променљиво темпирање значи да свака елевација има своје темпирање, које је одређено тако да је исејавање равномерно распоређено око темена путање. У том случају је дебљина слоја засејавања најмања и може се очекивати да ће сав реагенс остати на висини између изотерми -4°C и -12°C.

Циљ овог рада је да утврди, да ли се време темпирања може фиксирати на неку ко-нстантну вредност, или се мора радити са променљивим темпирањем. У оба случаја потребно је утврдити методу одређивања темпирања, за све могуће ситуације.

За доношење било каквих закључака, неопходно је знати (што тачније) балисти-чке криве.

2. БАЛИСТИЧКЕ КРИВЕ РАКЕТА

Балистичке криве, које је некада давао произвођач ракета, нису увек биле примењиве у пракси. Један од разлога су знатна одступања од експерименталних података [13,14,15,16,17,18]. Други разлог се не види голим оком али је веома битан. Криве произвођача су биле дате графички, али само у равни X-Z са мало тачака у којима је назначено време. Обично после темена ракете, нису више означаване тачке које би представљале временску координату, па иако су позната времена темпирања и исејавања реагенса, није било могуће одредити хоризонталну пројекцију трага исејавања, нити дебљину засејаног слоја.

За потребе система одбране од града, неопходно је знати положај ракете у сваком тренутку, што се може решити ако су познате аналитичке једначине путање ракете.

Једно од решења је, да се у недостатку тачних, одреде приближне аналитичке једначине путање ракете. Коришћењем експериме-нталних резултата испитивања, где имамо низ тачака (Xi,Zi,Ti), могу се ме-тодом најмањих квадрата [6,7,8,9], добити једначине путање у облику полинома:

$$X(t) = \sum_{i=0}^{N} a_i \bullet t^i \qquad (1)$$

$$Z(t) = \sum_{i=0}^{N} b_i \bullet t^i \qquad (2)$$

$$Z(X) = \sum_{i=0}^{N} c_i \bullet X^i \qquad (3)$$

Од ових једначина, практичну примену у овом раду, имају само прве две, док је трећа, дата само због комплетнијег приказа. Наиме, трећа једначина, даје криву која је уобичајени облик балистичке криве, али на којој не постоје подаци о времену, па је њена употребљивост ограничена. Величине a_i, b_i, c_i су коефици-енти полинома.

Уопштено говорећи, што је већи степен полинома којим апроксимирамо једначину то је она ближа стварној, пошто је тада средње квадратно одступање најмање. Постоје два ограничавајућа фактора у овом рачуну.

Први је да из N тачака, можемо добити полином до степена N-1. Други проблем се јавља у случају да су експерименталне тачке неравномерно распоређене, па у подручјима без тачака, може да се појави неприродно таласање криве, због чега се степен полинома мора усагласити са природним обликом криве.

За потребе тих израчунавања, урађен је посебан програм, у којем се упоредо са рачунањем исцртавају тражене криве, а по потреби на истом месту мења и степен полинома, док се не добије прихватљив облик балистичке криве.

У наредним одељцима, ће бити приказани резултати до којих се дошло, за све ракете које се налазе у оперативном раду.

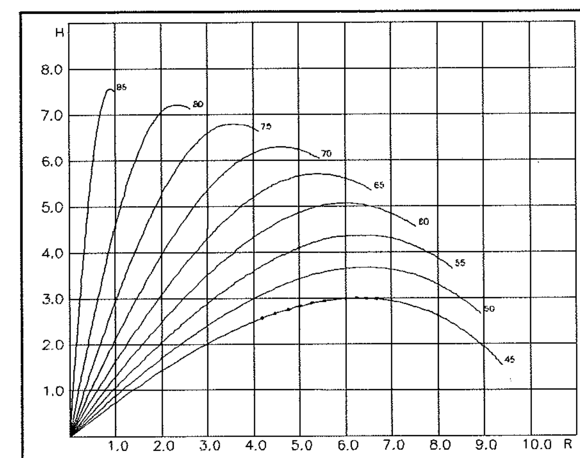
3. РАКЕТА ТГ-10

За добијање једначина коришћени су подаци добијени у експериментаном испитивању [1]. Тада су снимљене путање 14 ракета:

Елевација	Број ракета
45°	3
55°	8
85°	3

На основу тих података, за горе поменуте елевације, одређени су коефицијенти поли-нома за једначине 1 и 2.

За остале елевације, криве су добијене интерполацијом, пошто експеримент није и њих обухватио (слика 1).



У табели 1, су дате хоризонталне проје-кције (дужине) трага засејавања (dX) и његова дебљина (dZ), за случај фиксног темпирања и за променљиво темпирање. У реалним условима не треба очекивати употребу ове ракете са елевацијама већим од 65°, па су зато у доњем делу табеле стављене цртице.

Табела 1. Дужина и дебљина трага засејава-ња ракете ТГ-10

ел.	Темпирање 12 секунди		Променљиво темпи-тање		
	dX[m]	dZ[m]	темп. [s]	dX[m]	DZ[m]
45°	5224	1491	8	5943	1002
50°	5146	1059	11	5282	941
55°	4926	1160	13	4829	993
60°	4564	1556	15	4367	1017
65°	4060	1935	17	3865	988
70°	*3413*	*2273*	*19*	*3283*	*984*
75°	*2625*	*2559*	-	-	-
80°	*1694*	*2785*	-	-	-
85°	*621*	*2947*	-	-	-

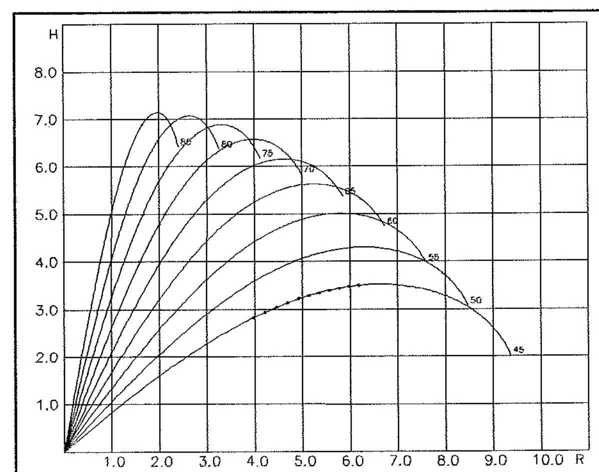
У случају фиксног темпирања, дебљина слоја засејавања је мања од 1200 метара само са елевације 50° и 55°, док је код свих осталих већа.

Када свакој елевацији одредимо посебно темпирање, добијемо резултате који су приказани у десном делу табеле. За све елевације које се употребљавају у пракси, дебљина засејаног слоја је мања од 1200 м, па се препоручује употреба променљивог темпирања.

4. РАКЕТА ПП-8

За добијање једначина кориђени су подаци добијени у експериментаном испитивању [2]. Тада су снимљене путање 15 ракета:

Елевација	Број ракета
45°	4
55°	8
85°	3



На основу тих података, за горе поменуте елевације, одређени су коефицијенти полинома за једначине 1 и 2.

За остале елевације, криве су добијене интерполацијом, пошто експеримент није и њих обухватио (слика 2).

Табела 2. Дужина и дебљина трага засејава-ња ракете ПП-8

Ел.	Темпирање 12 секунди		Променљиво темпи-тање		
	dX[m]	dZ[m]	темп. [s]	dX[s]	dZ[s]
45°	5417	1538	9	5895	1130
50°	5037	1267	11	5165	1210
55°	4627	1389	13	4525	1256
60°	4187	1702	14	4025	1320
65°	3715	1973	15	3529	1414
70°	*3212*	*2194*	*15*	*3079*	*1549*
75°	*2679*	*2361*			
80°	*2115*	*2468*			
85°	*1520*	*2517*			

У табели 2, су дате хоризонталне проје-кције (дужине) трага засејавања (dX) и његова дебљина (dZ), за случај фиксног темпирања и за променљиво темпирање. У реалним условима не треба очекивати употребу ове ракете са елевацијама већим од 65°, па су зато у доњем делу табеле стављене цртице.

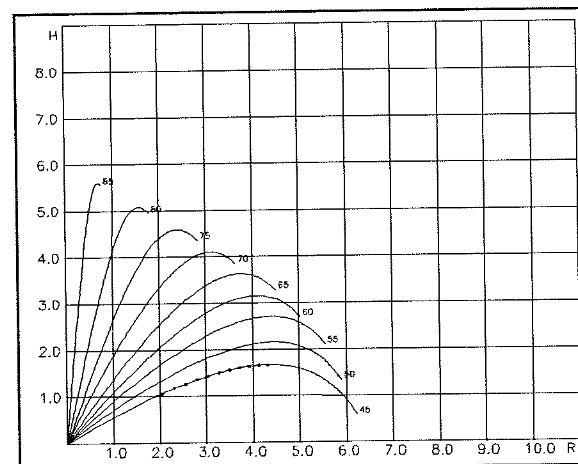
Код ове ракете и у случају фиксног и променљивог темпирања, дебљина засејаног слоја је већа од 1200 метара, са изузетком елевације 45° код променљивог темпирања.

Препоручује се употреба променљивог темпирања, пошто оно засејава тањи слој.

5. РАКЕТА ТМТ-9

За добијање једначина кориђени су подаци добијени у експерименталном испитивању [3]. Испитивање је вршено за елевације 45°, 55°, 65°, 75° и 85°. У истом раду је дата табела са интерполисаним вредностима за све елевације, тако да је она коришћена за одређивање коефицијената полинома за једначине 1 и 2

У табели 3, су дате хоризонталне проје-кције (дужине) трага засејавања (dX) и његова дебљина (dZ), за случај фиксног темпирања. (слика 3).



За случај променљивог темпирања нису вршени прорачуни пошто ова ракета нема уређај за темпирање.

Са фиксним темпирањем, како је констру-ктивно решено на овој ракети, само елевације 45° и 50° имају дебљину засеја-ног слоја мању од 1200 метара. У реалним условима се могу користити све елевације, па је препорука да се у договору са произвођачем уведе променљиво темпирање.

Табела 3. Дужина и дебљина трага засејавања ракете ТМТ-9

Ел.	Темпирање 8 секунди	
	dX [m]	dZ [m]
45°	4195	1111
50°	4086	930
55°	3969	1605
60°	3655	2647
65°	3342	3705
70°	2698	3142
75°	2090	3047
80°	1332	3682
85°	574	4121

6. РАКЕТА ПП-6

За добијање једначина коришћени су подаци добијени у експерименталном испитивању [4]. Тада су снимљене путање 9 ракета:

Елевација	Број ракета
45°	2
65°	5
85°	2

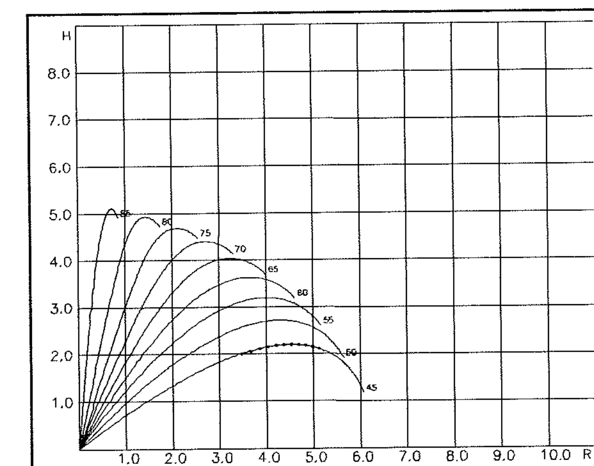
За елевацију 65°, дати су табеларно подаци са координатама (Xi,Zi,Ti), за следећа времена 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30 и 35 секунди. За елевације 45° и 85° су дате само кординате (Xi, Zi, Ti), за времена достизања темена и за времена само-ликвидације.

Проблем за елевацију 45° је решен тако да је крива фитована, прво са полиномом другог степена, па израчунате координате за горе поменута времена.

Проблем код елевације 85° је био још тежи. Очигледно је да су обе ракете имале неправилну путању. Због тога су коришћени подаци за ову елевацију из предходних испитивања [10].

На основу експерименталних података за елевацију 65° и података добијених на горе поменути начин, одређени су коефицијенти полинома за једначине 1 и 2.

За остале елевације, криве су добијене интерполацијом, пошто експеримент није и њих обухватио (слика 4).



У табели 4, су дате хоризонталне проје-кције (дужине) трага засејавања (dX) и његова дебљина (dZ), за случај фиксног темпирања.

Табела 4. Дужина и дебљина трага засејавања ракете ПП-6

Ел.	Темпирање 14 секунди	
	dX [m]	dZ [m]
45°	2609	1076
50°	2469	828
55°	2291	626
60°	2077	472
65°	1825	528
70°	1536	647
75°	1210	767
80°	846	882
85°	446	991

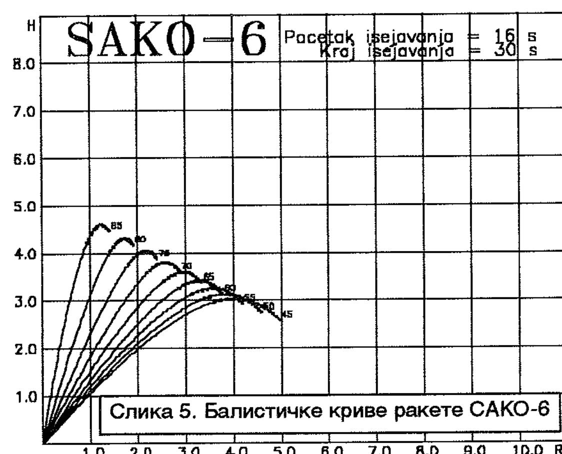
Дебљина засејаног слоја, за фиксно темпирање, код свих елевација је мања од 1200 метара, па је за ову ракету његова употреба оправдана.

7. РАКЕТА САКО-6

За добијање једначина коришћени су подаци добијени у експериментаном испитивању [5]. Тада су снимљене путање 17 ракета:

Елевација	Број ракета
45°	3
65°	11
85°	3

Коришћени су подаци за 15 ракета док су подаци о две ракете изиставњени (по једна за елевације 45° и 85°), пошто су имале веома неправилне путање лета. На основу тих



Слика 5. Балистичке криве ракете САКО-6

података, за горе поменуте елевације, одређени су коефицијенти полинома за једначине 1 и 2.

За остале елевације, криве су добијене интерполацијом, пошто експеримент није и њих обухватио (слика 5).

У табели 5, су дате хоризонталне пројекције (дужине) трага засејавања (dX) и његова дебљина (dZ), за случај фиксног темпирања.

Табела 5. Дужина и дебљина трага засејава-ња ракете САКО-6

Ел.	Темпирање 16 секунди	
	dX [m]	dZ [m]
45°	1372	454
50°	1200	381
55°	1046	317
60°	908	263
65°	786	218
70°	681	228
75°	593	275
80°	521	325
85°	466	376

Дебљина засејаног слоја, за фиксно темпирање, код свих елевација је мања од 1200 метара, па је за ову ракету његова употреба оправдана.

7. ЗАКЉУЧАК

Потребно је периодично вршити експерименталне провере балистичких путања, због провере квалитета и због техничких измена које произвођач уради.

Провера балистичких путања се мора вршити са већим бројем ракета него до сада, као би добијене једначине биле поузданије. Проверу обавити на минимално четири елевације, како би интерполација била поузданија. При томе би обавезно биле испитиване елевације 45° и 85°, а за међуелевације би могле бити узете 55° и 70°.

Препоручује се употреба променљивог темпирања код ракете ТГ-10, због боље искоришћености реагенса.

Препоручује се употреба променљивог темпирања код ракете ПП-8, због боље искоришћености реагенса.

Искоришћеност реагенса код ракете ТМТ-9 није добра, али конструктивна решења код ње (нема темпирник), не омогућавају употребу променљивог темпирања. Тражити од произвођача да омогућити променљиво темпирање, због боље искоришћености реагенса.

Употреба фиксног темпирања код ракете ПП-6 је оправдана.

Употреба фиксног темпирања код ракете САКО-6 је оправдана. Потребно је продужити време исејавања реагенса, како би се добио већи хоризонтални домет ракете (овде је домет у смислу методологоје дејства а не на физички домет ракете).

На основу добијених једначина балистичких кривих, написан је програма ***Елевације***, као помоћно средство за одређивање елевација у оперативном раду.

8. ЛИТЕРАРУРА

ТОЦ КоВ, Извештај о балистичком испитивању противградних ракета ТГ-10 произвођача ***19. децембар***, Подгорица

ТОЦ КоВ, Извештај о балистичком испитивању противградних ракета ПП-8 произвођача ***Полиестер***, Прибој

ТОЦ КоВ, Извештај о балистичком испитивању противградних ракета МТТ9СР произвођача ***Trayal***, Крушевац

ТОЦ КоВ, Извештај о балистичком испитивању противградних ракета ПП-6 произвођача ***Полиестер***, Прибој

ТОЦ КоВ, Извештај о балистичком испитивању противградних ракета САКО-6М.84 произвођача ***Сава Ковачевић***, Тиват

Вукадиновић др С.В., Елементи теорије вероватноће и математичке статистике (6. издање), Привредни преглед, Београд, 1990.

Стојановић др С.М. Математичка статистика, Научна књига, Београд , 1980.

Герасимович А.И., Матвеева А.И. Матеметическаја статистика, Висшеишаја школа, Минск, 1978.

Мак-Кракен Д., Дорн. У. Численније методи и программирование на фортране, Мир, Москва, 1977.

Булић Иван, Избор оптималног темпирања за све типове противградних ракета, РХМЗ Србије, Београд, 1993.

Јовановић Милош, Метеоролошки услови у данима са дејством на градоносне облаке у СР Србији, РХМЗ Србије, 1975.

Нађ Јулијана, Инструкција 5/96, Метода радарске идентификације и засејавања једноћелијских, вишећелијских и суперћелијских градоносних процеса, РХМЗ Србије, Београд.

Јефтић М., Тепић Н., Радоњић Ж., Милошевић Д.; Анализа постигнутих резултата на пољу стручнотехничке сарадње са произвођачем ПГР типа ТГ-10, РХМЗ Србије, Београд, 1983.

Јефтић М.; Приказ основних техничкооперативних карактеристика противградих ракета, РХМЗ Србије, Београд, 1986.

Јефтић М.; Анализа балистичких карактеристика ракете ПП-8, РХМЗ Србије, Београд, 1990.

Јефтић М.; Анализа балистичких карактеристика ракета средњег домета (ТГ-5, САКО-6М84 и ПП-6Т), РХМЗ Србије, Београд, 1986.

Војнотехнички институт, Прорачун спољнобалистичких параметара противградне ракете ТГ-10, Београд, 1989.

Ђурић др Млађен, ПРОЈЕКАТ Техничкобалистички и методолошки параметри противградне ракете ТГ-10, ПМФ, Београд, 1989.

ПРОЦЕНА ТЕРМИНА ПОЈАВЕ ГРАДА У ПРИЗЕМЉУ НА ОСНОВУ РАДАРСКИХ ПАРАМЕТАРА

Зоран М. Марковић, дипл. мет.,
Републички Хидрометереолошки завод, Кнеза Вишеслава бр. 66
11030 Београд, Југославија

Abstract
The purpose of this paper is to present the way of calculation of the predicted time when the hail fall on the ground using the maximum radar reflectivity of the cloud cells and to point out the posibilities of their application for the hail suppression activity.

Абстракт
Циљ овога рада је приказ начина рачунања прогнозираног времена појаве града при тлу на основу максималне радарске рефлексивности облачних ћелија и укаже на могућности примене у сврхе противградне заштите.

Увод

Одбрана од града спроводи се на територији уже Србије око 30 година. У том периоду долазило је до измена и допуне методологије сходно развоју физике облака, радарске метеорологије, информатике.

Методологија оперативног спровођења одбране од града садржи елементе поређења радарских параметара са параметрима изотермних нивоа атмосфере. Градоопасност облачне ћелије се третира у односу на испуњеност критеријума за дејство. Са тог аспекта облаци код којих су радарски параметри испунили крите-ријуме јесу и градоносни. Постоје четири критеријума за дејство: Z(dbz) > 45, Hnmax > H0, Hvz > H-14, Hv > H-28. Поред тога постоји и критеријум за први радарски одраз. Оперативна пракса је установила постојање јасне правилности између појаве града и испуњености критеријума за дејство за највећи број облака из којих се град излучио, тако да се може рећи да су критеријуми били испуњени увек када је било града. С друге стране не постоји једнозначност када се гледа супротан смер, јер је у пракси регистрован ансамбл облачних ћелија код којих су критеријуми за дејство били испуњени, али који нису дали град ни као појаву. Овај рад представља покушај належења једно-значности између критеријума за дејство и појаве града. Она је могућа ако се нагласи утицај прва два критеријума за дејство и уведе време као незаобилазни фактор.

Радарска рефлексивност се лако израчу-нава у условима познате водности и ледности облака. Са друге стране радарски сигнал који се мери не може бити раздвојен на онај који је рефлектован од честица леда и онај који је одбијен од капи кише. Микрофизика облака у свету је развијена до нивоа где су познати сви процеси који се одвијају у облаку. Највећа непознаница је утицај сваког појединачног процеса на формирање града. Због тога је од велике важности третман сваког појединачног процеса као и његов утицај на промену ледности и водности облака.

У овом раду је задато стање града при тлу и траже се услови, да сходно примењеној микрофизици и познатој радарској рефлексији, до њега дође. Сви параметри који се добијају имају еквивалентан карактер.

Основа овом раду је 1-**D** временски зави-сан модел градоносног облака чији су аутори Њиснер ет ал., (1972). Радарски податак се третира кроз модел и као продукт се добија еквивалентно време за које ће мерена ћелија имати зрна града способна да дођу до подлоге. Постоје одређене претпоставке које су уведене ради добијања траженог продукта.

Сматра се да је област максималне радарске рефлексије измерена у свом почетном стадијуму, односно у моменту када је почела да се уочава у хладном делу облака.

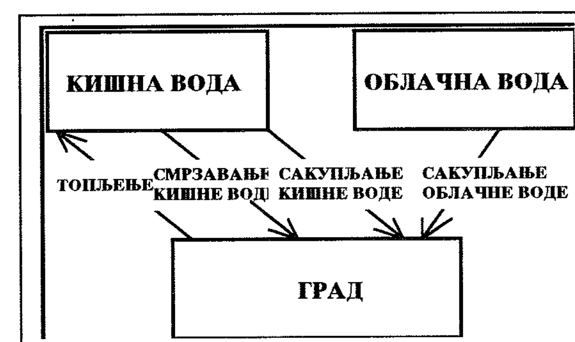
У почетном стадијуму постоји пре свега водени садржај, а прелазак воденог садржаја у ледену фракцију почиње у моменту регистрације области максималне радарске рефлексије.

У области максималне радарске рефлексије, облачна фракција воде се сматра константном у току еквивалентног времена, без обзира колико утиче на промену фракције леда. Кишна фракција воде се мења и прелази у фракцију леда.

Топљење ледене фракције у области испод нулте изотерме је искоришћено ради задавања еквивалентне радарске рефлексивности града

2. Параметризација микрофизичких процеса

Вода у течном и чврстом стању је класификована у три категорије облачна вода, киша и град. Микрофизичке интеракције које се међу њима појављују приказане су на слици 1.



Слика 1. Шема параметризације ми-крофизичких процеса

За пречнике кишних капи и зрна града је предпостављено да су расподељени по Маршал-Палмеровој расподели.

- киша

$$n_R(D_R) = n_{0R}\exp(-\lambda_R D_R)$$

- град

$$n_I(D_I) = n_{0I}\exp(-\lambda_I D_I)$$

где су D_R и D_I пречници, n_{0R} и n_{0I} параметри пресецања и износе 8 џ 10^{-6} m^{-4}, 3џ10^{-3} m^{-4}, док су λР и λИ параметри нагиба и рачунају се на основу познатих односа смеше R и I за кишу и град респективно

$$\lambda_R = \left(\frac{\pi\rho_w n_{0R}}{\rho R}\right)^{0.25} \qquad \lambda_I = \left(\frac{\pi\rho_I n_{oI}}{\rho I}\right)^{0.25}$$

где су $\rho, \rho_w \rho_I$ гистине ваздуха воде и града.
Коначне брзине пада кише и града су дефинисане:

$$V_t = \frac{a\Gamma(4+b)}{6\lambda_R^b} \qquad U_t = \frac{\Gamma(4.5)}{6\lambda_I^{0.5}}\left(\frac{4g\rho_I}{3C_D\rho}\right)^{0.5}$$

где је C_D коефицијент отпора.
Брзина падања појединачног зрна града дата је:

$$W_t = 3.62\sqrt{D}$$

где је D пречник изражен у милиметрима.

2.1. Једначине континуитета

Једначине континуитета за кишу и град су као у оригиналном раду Њиснер ет ал., (1972).

- за кишу

$$\rho\frac{\partial R}{\partial t} + \mu_t \rho R - \frac{\partial(\rho u R)}{\partial z} = P_R$$

- за град

$$\rho\frac{\partial I}{\partial t} + \mu_t \rho I - \frac{\partial(\rho u I)}{\partial z} = P_I$$

У условима који су дефинисане облашћу максималне радарске рефлексивности друга два члана са леве стране су занемарљива за период интеграције.

2.2. Продукција града

Продукција града у области максималног радиоеха одвија се у режиму сувог раста.

2.2.1. Смрзавање кишних капи

Зрна града могу настати замрзавањем кишних капи. Лабораторијски експерименти показују да се овај процес може симулирати као стохастички. Продукција града механизмом замрзавања кишних капи дата је као:

$$P_{IF} = 20\pi^2 B' n_{0R}\rho_w\{\exp[A'(T_0 - T)] - 1\}\lambda_r^{-7}$$

где је B' константа, ρ_w густина воде, T_0 температура топљења леда, T-темпе-ратура ваздуха.

2.2.2. Прирастање

Град се увећава сакупљањем кишне воде и облачне воде и укупан прираштај је дефинисан као сума индивидуалних при-раста за ове две

фракције $P_{IA} = P_{IAR} + P_{IAW}$ где је прираст града од кишне воде дат као:

$$P_{IAR} = E_{RF}\pi^2 \rho_w n_{0R} n_{0I} \left|U_t - V_t\right| \times \left(\frac{5}{\lambda_R^6 \lambda_I} + \frac{2}{\lambda_R^5 \lambda_I^2} + \frac{0,5}{\lambda_R^4 \lambda_I^3} \right)$$

а прираст града од облачне воде дат као:

$$P_{IAW} = \frac{\pi n_{0I} \Gamma(3.5) E_{WF} l_{CW}}{4(\lambda_I)^{3.5}} \left(\frac{4g\rho_I}{3C_D \rho} \right)^{\frac{1}{2}}$$

У горњим формулама E_{RF}, E_{WF} су коефи-цијенти судара и предпоставља се да оба имају вредност један.

Укупна продукција града је:

$$P_I = P_{IF} + P_{IAR} + P_{IAW}$$

2.2.3.Топљење града

Топљење града је третирано преко топлотног баланса на начин као у раду Њиснер ет ал., (1972).

$$P_{IM} = -\frac{2\pi}{\rho L_f}\left(K_a T_c - L D_f \rho \Delta r_s\right) n_{0I} \times$$

$$\times \left[1.6\lambda_I^{-2} + 0.3\Gamma(2.75)\lambda_I^{-2.75} \nu^{-0.5} \left(\frac{4g\rho_I}{3C_D \rho} \right)^{0.25} \right] -$$

$$-\frac{C_w}{L_f} T_c \left(P_{IAW} + P_{IAR}\right)$$

У овом раду није укључен задњи члан са десне стране.

2.3. Радарска рефлексивност

Фактор (коефицијент) радарске рефлек-сивности је дефинисан као шести степен пречника хидрометеора сумираних по свим хидрометеорима у јединичној запремини.

$$Z \equiv \frac{1}{\Delta V} \sum_i D_i^6 = \int_0^\infty N(D,r) D^6 dD$$

У функцији расподеле фактор радарске ре-флексивности за кишу и град је дат следећим формулама:

- за кишу

$$Z_R = \frac{n_{0R}\Gamma(7,0)}{\lambda_R^7} \times 10^{18} \left(mm^6 m^{-3}\right)$$

за град

$$Z_i = \frac{K_i n_{oi} \Gamma(7,0)}{\lambda_i^7} \times 10^{18} \left(mm^6 m^{-3}\right)$$

где је K_I=0.19 Веза између фактора радарске рефлексије и децибелских вредности регистро-ваних на десето-сантиметарском радару Мит-субисхи РЦ-34А је дата преко следеће једначине

$$\log Z = 0.1n + 2.5$$

где је n децибелска вредност (dB) која се до-бија на основу карактеристика радара а по формули

$$n = 10 \log \frac{P_r}{P_s}$$

где је P_r осетљивост пријемног дела $[W]$, а P_s импулсна снага предајника $[W]$ радара.

2.4. Дијагноза поља температура

Поље температуре је дефинисано према параметрима изотермних нивоа у облаку, од-носно према прогнозираној криви стања. У области испод нулте изотерме, вертикални градијент температуре је

$$\gamma = -7^0 CKm^{-1}.$$

3. Улазни подаци и продукти

Као улазни подаци користе се параметри изо-термних нивоа у облаку и радарски податак који садржи децибелску вредност и висину на којој је регистрован. Као почетна вредност задат је однос смеше града у приземљу. На ос-нову једначине топљења, одреди се еквивале-нат фактор радарске рефлексије, односно од-нос смеше за град на нивоу нулте изотерме, еквивалентан пречник зрна града и еквива-лентно време падања града. После тога, на ос-нову радарског податка одређује се однос смеше за кишу, а затим почиње интеграција која траје све док однос смеше за град не буде једнак односу смеше за еквивалентан фактор радарске рефлексије. Период од почетка инте-грације до формирања задатог односа смеше града представља еквивалентно време стварања града.

Сабрано са еквивалентним временом падања града дефинише еквивалентно време појаве града у приземљу. У овом раду оно је изражено у минутима.

4. Резултати

У табелама бр. 1 и бр. 2 приказано је понашање еквивалентног времена стварања и падања града у два екстремна случаја. У првој табели је висина нулте изотерме 2.1км и одговара априлским условима атмосфере, а у табели бр. 2 је нулта изотерма на висини од 5.1км, што од-говара јулским условима. У овим табелама τ_1 представља еквивалентно време падања града.

Из табела се може видети да је при истим децибелским вредностима и негативним тем-пературама време стварања града који може да дође до подлоге веће ако је нулта изотерма виша. Тако на пример за максималац 2о дБ при температури од -2.8 у условима ниже нулте изотерме време је краће скоро 9 минута. Исто тако и еквивалентно време падања града је за непуних 5 мин. краће за нижу нулту изотерму. Из оперативног искуства је позната честа по-јава суградице у току априла и почетком маја из облака који краткотрајно испуњавају критеријуме. Ово исто важи и за области већих надморских висина.

Табела бр. 1 Еквиваленто време стварања града за висину нулте изотерме 2.1км

$H_0 = 2.1km$ $\tau_1 = 4.75$	$20dB$	$30dB$	$40dB$	$50dB$
$2.5km(-2.8°C)$	31.2	12.3	3.0	< 1
$3.5km(-9.8°C)$	6.2	4.29	< 1	< 1
$4.5km(-16.8°C)$	< 1	< 1	< 1	< 1

Табела бр. 2 Еквиваленто време стварања града за висину улте изотерме 5.1км

$H_0 = 5.1km$ $\tau_1 = 9.6$	$20dB$	$30dB$	$40dB$	$50dB$
$5.5km(-2.8°C)$	40.7	14.6	5.9	3.1
$6.5km(-9.8°C)$	20.6	6.4	1.6	< 1
$7.5km(-16.8°C)$	2.8	< 1	< 1	< 1

У табели бр. 3 је приказано еквивалентно време формирања, падања и појаве града на основу података РЦ "Ваљево" из 1998. године. У првој колони ове табеле су датуми; друга колона представља бројеве облака из ког је дошло до појаве града, односно који су испу-њавали критеријуме за дејство; трећа колона: термин у ком је облак испунио критеријум (т под.), при чему је интеграција вршена на ос-нову радарског податка из тог термина; у четвртој и петој колони су еквивалентна вре-мена падања (τ1) и стварања града (τ2); у ко-лони 4 је време (Δт) током кога је разматрани облак испуњавао критеријуме за дејство; у предпоследњој колони је процењени термин појаве града у приземљу (т очек.); а у задњој колони термин када је први пут регистрован град (или суградица) из овога облака (т рег.).

Облаци на којима су тестирани резултати су одабрани тако да су у термину испуњења критеријума били на брањеној територији РЦ"Ваљево" као и прва појава града из њих. Сматра се да је мрежа противградних станица РЦ "Ваљево" довољно густа за добијање квалитетне информације о појави града.

Разматрано је седам облака. Сви су имали спу-њене критеријуме за дејство. Из 5 облака је регистрован град(или суградица) из два није. Град је регистрован код свих облака код којих је период испуњених критеријума већи од еквивалентног времена стварања града. Из облака бр. 4 од 4. маја и из облака бр. 1 из 2. јула није регистрован град. Период испуњења критеријума био је краћи од еквивалентног времена стварања града. Ако се анализирају две задње колоне, види се да је очекивани тер-мин падања града у једном случају био идентичан термину регистрованог града, у јед-ном случају је био 3 минута пре термина регис-трације града, а у три случаја је 1-2 мин. иза термина регистрованог града.

Статистички узорак од седам облака свакако није довољан за давање коначног мишљења о квалитету процене градобитности облака, али се може рећи да се термин појаве града добро поклапа са термином регистрованог града за анализиране случајеве.

Гледајући ову табелу са аспекта једнознач-ности између испуњеног критеријума и појаве града при тлу, може се закључити да су сви облаци са испуњеним критеријумима градо-носни под условом да су критеријуми за дејство испуњени довољно дуго. Увођењем времена у критеријуме за дејство, практично се брише ансмбл облака код којих су критеријуми испу-њени, а из којих се не региструје град или су-градица. Овај закључак није нов у оперативној пракси, али се на овај начин уводе квантита-тивне вредности што даје нову димензију овом закључку.

Табела бр. 3 Еквивалентно време падања, формирања града и процена термина појаве града у приземљу из облака који су мерени на РЦ "Ваљево" у току 1998. Године

Датум	Облак	т под.	τ1	τ2	Δт (мин)	т очек.	т рег.
25.04.1998.	7	1433	4,75	2,5	9	1440	1440
04.05.1998.	4	1105	7,40	10,6	7	1123	/
13.05.1998.	15	1810	6,60	0,0	1	1817	1820
31.05.1998.	15	1943	7,10	8,7	12	1959	1958
28.06.1998.	11	2246	9,00	5.9	27	2301	2259
02.07.1998.	1	1815	9.9	36.0	2	1901	/
28.07.1998.	22	1253	9,90	5,1	8	1308	1307

5. ЗАКЉУЧЦИ

Третирање радарских параметара из угла микрофизике облака је скопчно са низом ограничења и неопходних предпоставки као би уопште имало смисла.

Прелиминарни резултати у процени градоопасности облачних ћелија преко еквивалентних параметара делују охрабрујуће, али је ипак неопходно да се потврде на довољном броју узорака.

Једнозначност која је уочена на смеру: појава града - испуњеност критеријума за дејством је успостављена и обратно, ако се уведе време као неопходан фактор градобитности.

Квантитативност у процени градобитности облачних ћелија отвара нове могућности у решавању неких проблема оперативног спровођења одбране од града.

Метод рачуна еквивалентних врености је отворен, па су могуће поправке како микрофизике процеса, тако и проширивање третираних радарских параметара.

6. ЛИТЕРАТУРА

Wisner, C.E., H.D. Orville and C. G. Myers, 1972: A numerical model of a hail-bearing cloud. J. Atmos. Sci., 29, 1160-1181,
Алексиц, Н., 1987. "Анализа Халлет-Моссопове мултипликације у облацима вертикалног развоја",
Радиновиц, Дј.,Костиц А,1997."Студија радарско мерење у Србији",
Orville, H., and Kopp,F., Numericau simulation of the life history of a haelstorm,
Curic, M., Janc, D., 1990: Numerical study of the cloud seeding efects, Meteorol. Atmos.Phys. 42, 145 - 164
Vucinic, Z, 1992, " Glasnik zastite od grada".

ИСПИТИВАЊЕ РЕАГЕНСА У ИЗОТЕРМАЛНОЈ КОМОРИ РЕПУБЛИЧКОГ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКОГ ЗАВОДА СРБИЈЕ

Слободан Голубовић, дипл. мет.
Ана Вучина, спец.физ.хем.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

Cloud seeding with a reagent to provoke the crystallization is performed at certain heights (isothermal levels) in accordance to the hail suppression methodology. These levels should be seeded by a certain quantity of reagent depending of its activity in a very short time interval. In case the reagent activity is higher, the seeding material quantity is smaller and vice versa. Hydrometeorological Service of Serbia started the reagent testing in isothermal chamber in 1979. At the beginning the tests were performed in Nuclear Institute Boris Kidric in Vinca, Belgrade and in 1983 the Service moved the chamber to its premises to continue the tests.

Абстракт

Засејавање облака реагенсом у циљу изазивања кристализације у њему врши се на одређеним висинама (изотермалним нивоима), како налаже методологија одбране од града. На тим висинама потребно је, у што краћем временском интервалу, убацити одређену количину реагенса, која зависи од саме његове активности. У колико је активност реагенса већа смањује се количина овог исејавајућег материјала и обрнуто. Испитивање у комори Републичког хидрометеоролошког завода почело је 1979. године, у почетку у Нуклеарном институту " Борис Кидрич "- Винча, да би од 1983. године овај Завод преузео комору и испитивање у њој.

1. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ РЕАГЕНАСА У СРБИЈИ

У историјском развоју квалитета реагенаса везаног за проценат тежинског састава AgJ у термитној смеши, постоји податак да се у некадашњем Совјетском савезу 1970 године користио реагенс са 50% AgJ. Анализама је утврђено, да је од овако високог процента AgJ у пиротехничкој смеши било искоришћено само 30 до 50% AgJ, а остатак био је чист губитак (није произвео активна језгра кристализације у облаку). По рецептури Војно техничког института 1971. године израђена је код нас пиротехничка смеша са 50% AgJ за

ракету САКО-3 (Прелесник et al. 1984.). Након десет година, 1982. године појавио се реагенс са ознаком Р-32, који је садржао 25% AgJ. Исте године почела је производња реагенса са ознаком РТГ-10, чија је пиротехничка смеша садржала 20% AgJ (Прелесник et al. 1984.). Полазећи од захтева да одбрана од града штити пољопривреду од елементарне непогоде, а при томе мора водити рачуна и о заштити животне средине, заузет је став да проценат AgJ у пиротехничкој смеши не треба да буде већи од 10%. На основу овога од 1984. године проценат AgJ у новијим реагенсима се непрекидно смањује, и износи око 4%, а упоредо са тим води се рачуна да активност новијих пиротехничких смеша буде што је могуће већа. Ово је велики помак у погледу економске исплативости реагенаса који се данас производе, а такође и помак у погледу заштите животне средине и очувања човекове околине.

2. МЕРЕЊЕ У КОМОРИ

Републички хидрометеоролошки завод Србије, као носилац посла одбране од града, у својој изотермалној комори врши испитивање реагенса разних произвођача већ више од двадесет година. Методологија испитивања није иста за нове реагенсе и оне који су већ дуже година у употреби. Зато се врше две врсте испитивања: атестно и контролно. Атестно испитивање нових рецептура реагенса подразумева поступак испитивања активности реагенса у температурном интервалу од праг нивоа кристализације (праг нивоа активности реагенса) па до -18°C, док се контролно мерење активности врши у много ужем температурном интервалу од -8 до -12°C. Како за контролно мерење у овом температурном интервалу тачке на кривој много не мењају вредност активности, то се најчешће контролно мерење врши на температури од -10°C. Наведена мерења одвијају се по утврђеном поступку, у складу са техничким захтевом Хидрометеоролошке службе Србије.

Комора је спремна за детекцију када је постигнута задата температура и када се спонтано појави кристал у меласи. Чим се појавио кристал врши се спаљивање и у што краћем времену убацивање узорка аеросола у комору. Пре убацивања узорка врши се влажење, а затим фотографисање, односно пребројавање детектованих кристала који су се излучили на дну коморе. На крају се на основу пребројаних кристала израчунава активност пиротехничке смеше по формули

$$E = \frac{N_k \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot X}{m \cdot v_1 \cdot v_2}$$

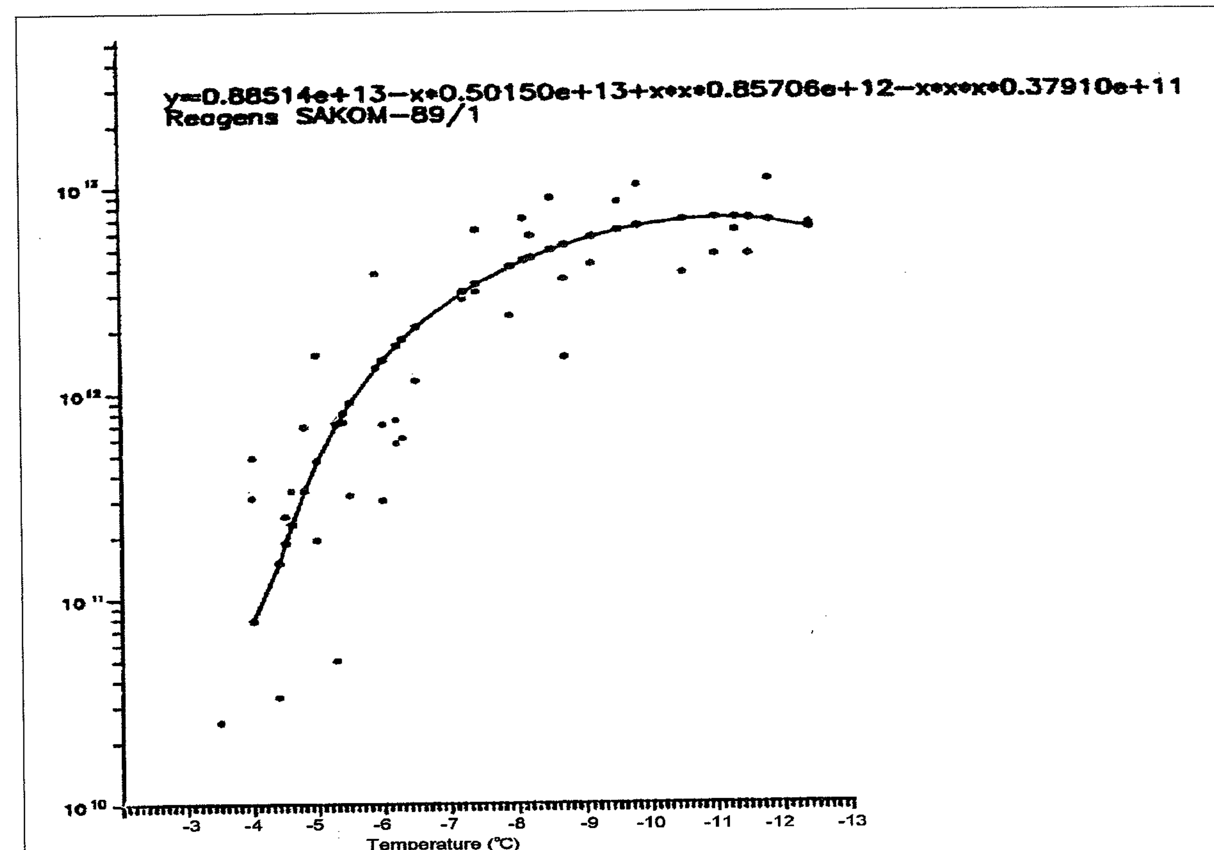
N_k - [illegible], V_1 и V_2 - запремине кеса за спаљивање и разблаживање узорака пиротехничке смеше, X-однос површине дна коморе и посуде са меласом, m - маса спаљеног узорка, v_1 и v_2 - запремине шприцева за узимање узорака (Хутер, Ђурић 1981.).

У изотермалној комори Републичког хидрометеоролошког завода Србије углавном се врше мерења активности хетерогених нуклеаната на бази сребро-јодида (AgJ), као активне компоненте у зони засејавања конвективне облачности. Подаци добијени мерењем у изотермалној комори служе за боље познавање активности појединих реагенаса. И најбоље израђене коморе у свету не представљају идеално симулиране облачне услове. Оне су приближни показатељ физичко-хемијских процеса који се реално одвијају у облаку, при уношењу реагенса и као такве морамо их са извесним прагом тачности прихватити.

3. ОБРАДА ПОДАТАКА

Поступак одређивања активности подразумева квалитетно мерење на изотермалној комори, обраду и анализу података. У процесу мерења важно је обратити пажњу на: континуирано сагоревање пиротехничке смеше, хомогеност аеросола, правовремено убацивање узорака аеросола у прехлађени облак коморе и коректно детектовање оформљених кристала. У процесу обраде резултата добијених мерењем користи се математичко-статистички апарат. На тај начин добија се најбоља функција расподеле која описује распоред случајних узорака добијених мерењем на изотермалној комори.

Атестно испитивање реагенса САКОМ-89 (произвођач Сава Ковачевић- Тиват) показало је да реагенс има праг ниво активности на T= -3.5°C док активност на T=-10°C износи 6.5*10^12 честица по граму термитне смеше. На ***Слици 1.*** приказана је крива ефикасности реагенса САКОМ-89, са функцијом расподеле активности датом у облику полинома.



Слика 1. Крива ефикасности реагенса САКОМ-89 са функцијом расподеле активности у облику полинома

Контролна мерења врше се само на температури T=-10°C. За фабричке узорке I, II и III (произвођач 19. Децембар- Титоград) одређена је средња активност $5*10^{12}$, $6.4*10^{12}$ и $6.8*10^{12}$ актив. част/$g_{смеше}$, респективно. У случајевима када резултати испитивања на изатермалној комори покажу задовољавајућу активност реагенса врши се његово атестно испитивање. Контролна мерења се врше и за реагенсе који су већ у употреби, како би се проверио њихов квалитет.

4. ЗАКЉУЧАК

Испитивања реагенаса у изотермалној комори Републиекког хидрометеоролошког завода Србије врше се са циљем оцене активности реагенаса. На основу ових испитивања одлучује се о употреби реагенса као пиротехничке смеше у проти-вградним ракетама. Тренутни захтев Службе заштите од града је да активност реагенса мора бити већа од $1*10^{12}$актив.част/ $g_{смеш}$. Захтева се и што краће време активације реагенса, до 1min након убацивања аеросола у симулирани облак. Поред ових карактеристика инсистира се да реагенси који се користе у противградним ракетама имају праг активности око T=-4°C.

Лабораторијски узорци реагенаса новијег датума, мерени у овој комори, за температуру -10°C показују активност која је близу реда величине 10^{13} честица/$g_{смеше}$. Очекује се да ће убрзо овакви реагенси ући у производњу чиме ће се постићи већа ефикасност, нижа цена противградних ракета и свакако мање загађење животне средине.

ЛИТЕРАТУРА

Хутер М.,Ђурић М.,"Карактеристике хладне коморе Винча",. *J. Appl. Meteor.* 20, 997. **1981**.
Прелесник Б.,Ђурић М., Хутер М., Херак Р., Прво Југословенско саветовање о противградној заштити и другим видовима утицаја на време, 147, Тара **1984**.

РАЗВОЈ ДОМАЋИХ ПРОТИВГРАДНИХ РЕАГЕНАСА У СВЕТЛУ ЗАХТЕВА ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКОГ ЗАВОДА СРБИЈЕ

С.Бајић, дипл.физичар и *проф. др. С.Ментус, дипл.физикохемичар
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд и
****Факултет за физичку хемију, Студентски трг 16, 11000 Београд***

Abstract

The first requirements relating to the quality of hail suppressing formulations in the sense of nucleating efficiency, durability, hygroscopicity, burn regime etc., have been formulated by Hydrometeorological department of Serbia before 20 years, and they have not been modified up-to-date. In accordance to these requirements the domestic hail suppressing pyrotechnics were developed during the last two decades. The main steps of this development were outlined in this contribution. The correction of requirements relating to hail suppressing formulations was also proposed.

Апстракт

Први захтеви у погледу квалитета противградних реагенаса у смислу нуклеационе ефикасности, трајности, хигроскопности, режима горења итд. били су формулисани од стране Хидрометеоролошког завода Србије пре двадесет година и нису модификовани до данас. У складу са овим захтевима одвијао се развој домаћих противградних реагенаса последње две декаде. У овом саопштењу истакнути су главни ступњеви у току овог развоја. Такође је предложена и корекција захтева који се односе на противградне реагенсе.

1. Увод

(развој хемијских средстава за утицај на време до 1980-те.)

Могућност вештачке нуклеације атмосфе-рске влаге помоћу сребро јодида објавио је Вонегут у својим радовима из 1947. и 1949. године, што је у свету изазвало буран развој хемијских средстава за утицај на временске услове. Мада се вештачка нуклеација атмосферске влаге у свету подједнако примењује у сврхе изазивања кише као и за одбрану од града, а у извесној мери и за отклањање магле, код нас се овај феномен користи поред у сврхе заштите од града, и за растурање прехлађене магли (са течним пропаном).

Први противградни реагенс који је ушао у масовну употребу у Србији 1971 године на препоруку Војнотехничког института у Београду имао је следећи састав:
50% сребројодид
10,5% фенолформалдехидна смола
37,5% амонијумперхлорат
2% феросилицијум

и био је незнатно измењена варијанта руског реагенса публикованог 1962.године.

Према мерењима која су на захтев РХМЗ Србије извршена 1992. у Институту за фзику облака академије наука Чехословачке, овај реагенс је на -10 °C давао око 2-2,45*10[11] активних језгара нуклеације по граму реагенса.

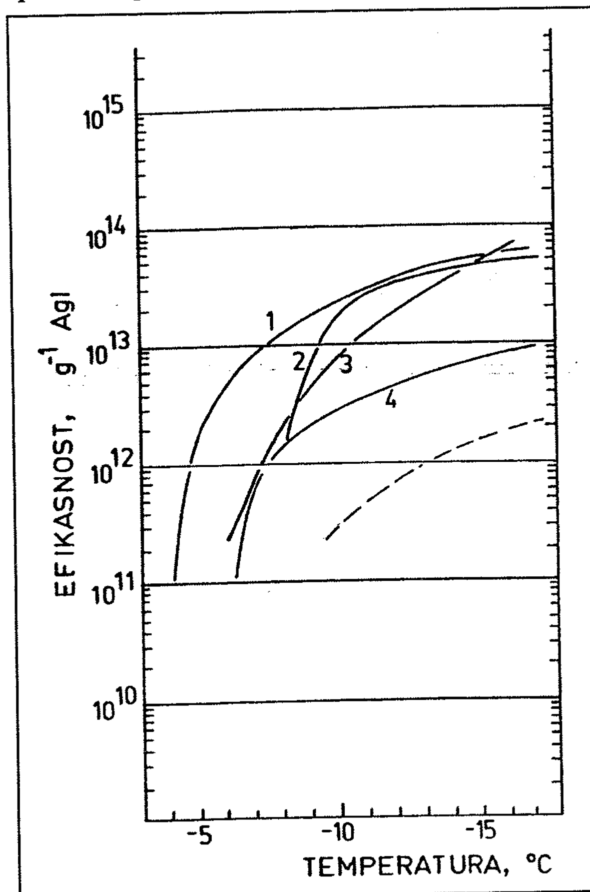
У периоду 1971-1978. дошло је у свету до значајних нових сазнања о могућностима повећања искоришћења скупог сребројодида.

2. ТА САЗНАЊА СЕ УКРАТКО САДРЖЕ У СЛЕДЕЋЕМ:

а)Показано је да присуство адитива из реда алкалних јодида и амонијум јодида у генераторима аеросола сребројодида на бази ацетонских раствора битно повећава број активних честица аеросола

б)Показано је да присуство алкалних јодида у чврстим пиротехничким смесама на бази сребројодида такође знатно повећава искоришћење сребројодида у овим смесама. Бељајев и др. су публиковали чврсту пиротехничку формулацију (силверспаре) са само 2% сребројодида и 24% калијум јодида са врло високим искоришћењем сребро јодида.

в)Вонегут је објавио могућност повећања нуклеационе ефикасности сребројодида модификацијом димензија елементарне ћелије кристала сребројодида.



*Слика 1. *Број активних језгара по граму пиротехничке смесе у функцији температуре. 1. Смеса ацетон - 5% AgI-KI[(6)],2-silverspare[(10)], 3-hailless[(10)], 4-TB-1[(11)]. Испрекидана крива приказује активност домаћег реагенса из 1970.*

*Напомена: У циљу поређења разних типова реагенаса, активнст на сликама 1 и 2 је дата по јединици масе сребројодида. Активност по јединици масе пиротехничке смесе може се добити множењем ове величине са масеним уделом сребројодида у смеси

На западном тржишту су пре, током, а и после овог периода коришћене формулације Olin X-1005 са 53 % сребројодата и Olin WM105, sa 44 % сребројодида, до 1976, и ТВ-1 са 65-78 % сребројодата, после 1976.

Детаљан опис састава и активости ових реагенаса може се наћи у раду Р.Сакса и сарадника. Слика 1 приказује актуелно стање у свету крајем 70-тих у погледу активности течних и чврстих формулација противградних реагенаса.

2. ИНИЦИЈАТИВА РЕПУБЛИЧКОГ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКОГ ЗАВОДА СРБИЈЕ

Реагенси Olin i ТВ-1, мада су и данас присутни на америчком тржишту, због малог степена искоришћења сребројодида, нису деловали стимулативно на развој домаћих истраживања. Међутим, на бази искустава руских аутора, из којих је произилазило да је домаћа формулација противградног реагенса постала нерационална, а и због најава могућих еколошких последица претераног расипања сребројодида, 1. аугуста 1978 године Хидрометеоролошки заводи претходне Југославије усвојили су препоруку за развој новог реагенсана, на бази којих је Републички Хидрометеоролошки завод (РХМЗ) Србије сачинио властите захтеве (аутори А.Опра, дипл. Метеоролог и Д.Милошевић, дипл. физикохемичар) чија се суштина изражава кроз следеће ставке:

1. Минимална активност: 10^{12} активних честица по граму реагенса на -10 °C

2. Средњи пречник језгара кристализације у интервалу 10^{-5} - 10^{-6} cm,
3.Сам реагенс и продукти сагоревања морају бити нетоксични

4. Сагоревање реагенса треба да буде равномерно и потпуно

5.Реагенс мора бити нехигроскопан 6.Сировине за израду реагенса морају бити приступачне, и по могућству домаћег порекла

7. Реагенс мора бити погодан за уградњу у постојећу конструкцију противградне ракете.

8. Реагенс мора да буде безбедан за производњу, уградњу у ракете и складиштење.

9. Реагенс мора бити стабилних и непромењивих карактеристика током 4 године складиштења ракета у пољским условима.

РХМЗ Србије упутио је исте године позив компетентним институцијама да се прихвате израде новог реагенса, уз додатну препоруку

да учешће активне супстанце, сребро јодида треба спустити до 20 %. На овај позив покренута су истраживања нових формулација противградних реагенаса у Институту за нуклеарне науке у Винчи и Институту за физичку хемију Природно математичког факултета у Београду (сада Факултет за физичку хемију). Истраживања су ограничана на чврсте пиротехничке смесе јер је то захтевао систем противградне заштите базиран на засејавању облака помоћу ракета. Паралелно са развојем реагенаса текао је и развој методологије за мерење активности реагенаса.

3. НОВЕ ФОРМУЛАЦИЈЕ

Из прегледа литературе о активности противградних реагенаса могло се закључити да реагенси са високим садржајем сребројодида углавном показују мали степен искоришћења сребројодида, који се може донекле повећати разблажењем паре сребројодида у процесу горења реагенса, тј. спаљивањем реагенса у брзој струји ваздуха. Из тога се могло закључити да ће смањење процентног садржаја сребројодида само по себи довести до бољег искоришћења, јер би се пара сребројодида тиме ефикасније разблаживала у гасовитим продуктима сагоревања реагенса.

Надаље, могло се закључити да комбинација слабо хигроскопног сребро јодида (који углавном дејствује спорим, контактном механизмом нуклеације, директним сударима са капљицама воде), и врло хигроскопног алкалног јодида потпомаже брзину нуклеације тако што хигроскопни део активне честице апсорбује влагу и формира капљицу, а сребројодид је замрзава (механизам депозиција-замрзавање). Овај процес нуклеације је знатно бржи јер се базира на дифузији молекула водене паре, која је далеко бржа од брзине дифузије капљица воде и колоидног сребројодида. С обзиром да према фазним дијаграмима[13], сребројодид са алкалним јодидима гради нова, кристалографски дефинисана, једињења, могло се очекивати да алкални јодиди служе и као модификатори димензија елементарне ћелије сребројодида, међутим, тај ефекат се вероватно могао остварити и другим адитивима. Из овог је било јасно да је истраживачку активност са циљем повећања искоришћења сребројодида требало усмерити ка:

1. ефекту разблажења паре сребројодида гасовитим продуктима сагоревања реагенса

2. додацима хигроскопних компоненти - алкалних јодида,

3. додацима који модификују димензије елементарне ћелије сребројодида и тиме повећавају вероватноћу појављивања структуре која најефикасније делује на формирање нуклеуса леда.

Институт Винча је релативно брзо, 1981, а затим 1984. пласирао две економичније формулације противградног реагенса, под шифрама Р-32 И ВТГ-10. Прва формулација, према пријави у Савезном заводу за интелектуалну својину, имала је следећи састав:

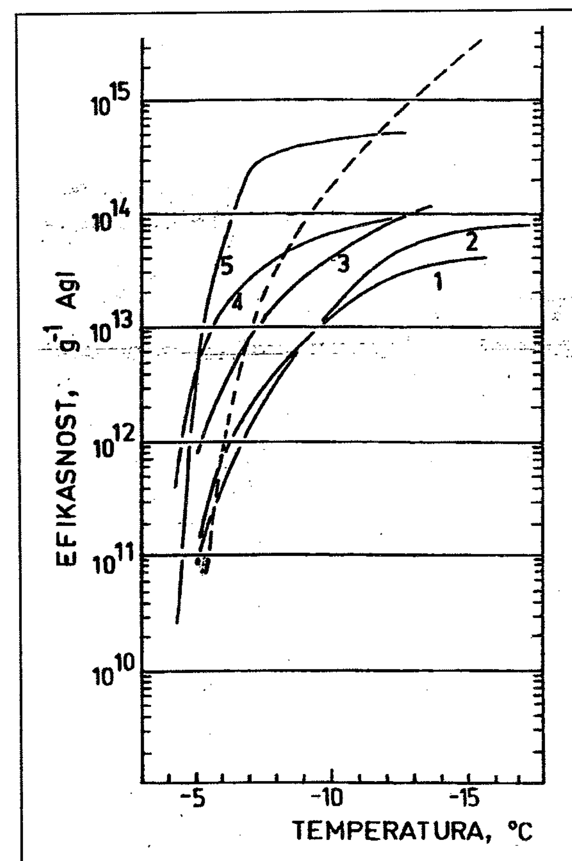
25% сребројодида
7% амонијум јодида
29 % амонијум перхлората
24 % калијум хлората
14 % фенолформалдехидне смоле
1 % угља у праху

Ова формулација је по саставу и перформансама била слична формулацији под шифром Hailless[10] француског произвођача Societe Lacroix, а коришћена је до 1989. у ракетама Ремонтног завода Сава Ковачевић у Тивту. Формулација ВТГ-10 садржала је 15 % сребројодида а коришћена је од стране произвођача противградних ракета 19 Децембар у Подгорици. Криве активност-температура за ове реагенсе објављени су у склопу конгресног саопштења[14]. Може се предпоставити да је смањење садржаја сребројодида остварено на рачун повећања садржаја алкалних јодида, по аналогији са саставом том принципу је на Институту за физичку хемију нађена формулација са 10 % сребројодида, аутор С.Ментус коју је од 1985. примењивао Теас-Темко у саставу Макпетрол-Скопје. На сличним принципима направљена је нова формулација са 10 % сребројодида којом је 1989 у Ремонтном заводу Сава Ковачевић у Тивту замењен мање економичан и мање ефикасан Р-32.

Увођење великог процента хигроскопних алкалних јодида у формулације противградних пиротехничких смеса донело је велике тешкоће произвођачима, јер су алкални јодиди, због ситне гранулације и стога велике специфичне површине, сакупљале велике количине влаге у процесу складиштења и формирања смесе. Тако је у периоду 1985-1996. МДД Полиестар кори-стио властиту врло хигроскопну формулацију (аутор З.Мишуровић, дипл.физ.хем) која је имала проблеме са репродуктивношћу основних карактеристика. Хигроскопност готово онемогућава хомогенизацију, а смесу, ако садржи металне адитиве за подршку горења чини интерно хемијски нестабилном због брзе корозије металних адитива. Стога је на Факултету за физичку хемију раз-

•МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ•

вијена формулација са нехигроскопним комплексним солима, из којих се неопходне хигроскопне компоненте формирају тек у процесу горења и са 8% сребројодида (аутор С.Ментус). Оваква смеса је отклонила све тешкоће код складиштења компоненти и хомогенизације пиротехничке смесе, и као таква може да садржи и металне примесе без опасности од њихове корозије. Ова смеса је од 1996-те у употреби у погону за производњу противградних ракета МДД Полиестар у Прибоју. С обзиром да MAg_4I_5 ($M=NH_4$,K, Na) какве се развијају у комплексне соли процесу горења, захваљујући високој покретљивости сребровог катјона, спадају у високопроводне чврсте електролите, висока активност овог реагенса приписана је, због присуства хигроскопних и других адитива, још и порасту статистичке тежине оне кристалне модификације која захтева минималну енергију активације за формирање критичног нуклеуса леда. За сада се активност овог реагенса у пракси не остварује у максималној мери из разлога што режим горења мора да се прилагоди тренутно коришћеној конструкцији и издржљивости генератора аеросола.



*Слика 2. Преглед развоја активности домаћих чврстих пиротехничких смеса за противградху одбрану у периоду 1980 до данас. 1- Р-32, 2-ВТГ-10[14] 3-МС-10,(атест РХМЗС), 4-СКМ (атест РХМЗС) 5- реагенс полиестра од 1996[*18] (атест Colorado State University)*

Важно је напоменути да су домаће формулација противградних реагенаса од 1980 до данас биле равноправне или водеће у светским размерама, и да нема података да су степени искоришћења сребро јодида и активности реагенаса, достигнуте домаћим истраживањима последњих година, превазиђене од стране иностраних аутора. Посебно је вредно истаћи што је са чврстим пиротехничким смесама, које садрже релативно високе проценте сребројодида, 8-10%, достигнут степен искоришћења који се иначе постиже само са ацетонским растворима са свега 1-2 % сребројодида, као и да нове пиротехничке формулације по ефикасности, за област температура виших од -12^0C знатно превазилазе теоријски предвиђени максимум ефикасности по Флечеру (Сл.2).

Поређењем активности полазног домаћег реагенса из 1971 (испрекидана крива на слици 1) и најактивније верзије (крива 5 на слици 2) на температури -10 °С, види се да је захваљујући иницијативи Хидрометеороло-шког завода Србије из 1978 и истраживањима домаћих аутора у 15-тогодишњем периоду дошло до пораста степена искоришћења сребро јодида у противградним пиротехничким смесама за 25 - 1000 пута, зависно од типа реагенса. То значи да ракете иако данас носе у просеку 5 пута мању масу сребројодида, имају 5 - 200 пута већу ефикасност.

Искуства у истраживањима противградних реагенаса су указала да захтеви Републичког хи-дрометеоролочког завода, формулисани 1978, садрже неке непотребне ставке, а да су у погледу захтеване активности превазиђени. Наиме, захтев да средњи дијаметар честица аеросола буде у интервалу 10^{-5}-10^{-6} цм, који вероватно проистиче из теорије хетерогене нуклеације Флечера[19]је непотребан, с обзиром да је модификовањем механизма нуклеације (прелаз са нехигроскопних на хигроскопне аеросолове) ова теорија непримењива. Надаље, захтев да реагенс на -10 °С. има активност од најмање 10^{12} активних честица по граму пиротехничке смесе је такође превазиђен, јер савремене формулације, према слици 2, превазилазе цифру 10^{13}. Међутим због још присутних тешкоћа у производњи (на пр. високих захтева за хомогеношћу смесе и енергичним сагоревањем за достизање максималних активности, насупрот механичкој издржљивости ракетног генератора аеросола) овај захтев би могао да се за сада задржи на цифри $4\text{-}5 \cdot 10^{12}$.

4. ЛИТЕРАТУРА

B.Vonnegut, J. Appl. Phys., 18, 593 (1947)

B.Vonnegut, Chem.Rev., 44, 277 (1949)

М.И. Аксенов, И. И. Вернидуб, А.И.Картсивадзе, А. М. Окудзава, Н.О.Плауде, АН Грузинкои ССР, Трудй Инст.Геофизики, 20, 197 (1962)

Ф.Анйж, Извештај Института за физику облака АН Чехословачке, Праг, ФО-199/1972

J.A.Donnan, D.N.Blair, W.G.Finnegan and P.St. Amand, J.Wea.Modification, 2, 155 (1970)

D.N.Blair, B.L.Davis and A.S.Dennis, J.appl.Meteor., 6,1012(1973)

L.A.Burkardt, W.G.Finnegan, P.St.Amand and C.D.Stanifer, US Pat.No 3,915,379, Oct.28, 1975

С.П.Бељајев Йо.Дјаченко, Н.С.Ким, Н.Матвеев и А. И. Сидоров, Метеор.Гидрол., 4, 98 (1978)

B.Vonnegut, H.Chessin and R.E.Passarelli,Jr., US Pat.No 3,877,642, April 1975

B.Federer and A.Schneider, J.Appl.Meteor., 20, 997 (1981)
R.I.Sax, D.M.Garvey and F.P.Parungo, J.Appl.Meteor., 18, 195 (1979)

С.Рајшић, Прво Југословенско саветовање о противградној заштити и осталим видовима вештачког утицаја на време, Тара 1984

J.N.Bradley and P.D.Greene, Trans.Faraday.Soc., 63, 424 (1967)

Б.Прелесник, М.Ћурчић, М.Хутер И Р.Херак, Прво Југословенско саветовање о противградној зштити и другим видовима утицаја на време, Тара 1984, Књига радова, стр.147

С.Ментус, Поступак за производњу противградног реагенса, заштићен патент, Савезни завод за патенте, ПП 2492/83

S.Mentus, US.Pat.No.07/893,284 Mexico Pat.No. 922780

С. Ментус, техничкотехнолошка документација за производњупротивградног реагенса СКМ, техничко унапредјење у Ремонтном заводу Сава Ковачевић, Тиват, 1989

С.Ментус, Нова пиротехничка смеса за противградну заштиту и друге видове утицаја на време, техничко унапређење у МДД Полиестар, Прибој, 1996

N.H.Fletcher, J.Chem.Phys., 29,572 (1958)

РЕКОНСТРУКЦИЈА ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА У СЛИВУ РЕКЕ ГРУЖЕ У ТОКУ МАЈА 1996. ГОДИНЕ И ПРЕДЛОГ МЕРА ОДБРАНЕ ОД ЕКСТРЕМНИХ ПАДАВИНА НА СЛИВУ

Зорица Барбароша, дипл.инж, Зоран Вучинић, дипл.мет.
Мр. Драган Јанковић, дипл.инж. и Бранислава Капор, дипл.инж.
Републички хидрометеоролошки завод Републике Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The paper contains a reconstruction of the flood wave water yield volume to the "GRUŽA" reservoir. The flood wave reconstruction was used to test the flood wave volume forekast model coming to the Gruža reservoir in order to make its efficiency evaluation.
The paper also gives some proposed measures to bi taken in case of extreme rainfall over the catchment.

Абстракт

У раду је урађена реконструкција запремине дотока поплавног таласа и његова пропагација кроз акумулацију "ГРУЖА".
Реконструкција поплавног таласа је искоришћена за тестирање "Прогностичког модела запремине дотока поплавног таласа у акумулацију ГРУЖА", ради оцене његове ефикасности.
Дат је предлог мера за потребе одбране од екстремних падавина на сливу.

УВОД

Појава наглих великих вода на мањим сливовима је у летњим месецима најчешће последица јаких конвективних киша.

При наиласку наглих поплава неопходно је да се реконструише поплавни талас, при чему најделикатнији задатак представља прорачун вршног протока.

- Кише које су пале у току 15.05.1996. године на читавом сливу реке Груже, локално и обилније, условиле су веће порасте водостаја на реци Гружи и њеним притокама.
- Доток воде са непосредног слива низводно од акумулације и режим рада акумулације "Гружа" условили су формирање већег поплавног таласа на доњем току реке Груже.

Карактеристике слива

Река Гружа је лева притока Западне Мораве. Извире на јужним падинама планине Рудник, а у Западну Мораву се улива у близини села Чукојевац источно од Краљева, (прегледна карта слива реке Груже, Слика 1.). Највиша кота слива налази се на надморској висини од 1098 m.n.m., кота извора реке Гружа је на 560 m.n.m., ушће је на коти 182 m.n.m., површина слива износи 615.6 km^2.

Лучна брана подигнута у профилу "Туцачки Напер", површина слива акумулације "ГРУЖА" износи 286 km^2.

Основне карактеристике акумулације "Груже"

Изградњом бране на реци Гружи у профилу Туцачки Напер формиран је акуму лациони базен комплексне водопривредне намене следећих парцијалних запремина и кота:
- Укупна запремина акумулације је 64.6x$10^6$$m^3$, што одговара коти прелива 270 m.n.m. Запремина мртвог простора је 8.5x$10^6$$m^3$, што

одговара коти минималног радног нивоа 258 m.n.m. Запремина корисног простора за изравњање вода за потребе система за водоснабдевање је $48.4x10^6 m^3$. Овај користан простор налази се између коте минималног радног нивоа 258 m.n.m. и коте нормалног радног нивоа 269.20 m.n.m. Запремина резервног простора за одбрану од поплава износи $7.7x10^6 m^3$, налази се између кота 269.20 m.n.m. и 270.00 m.n.m.

Слика 1. Прегледна карта слива реке Груже, са падавинским станицама

Анализа хидролошке ситуације

Хидролошка станица Губеревац на реци Гружи није укључена у извештајну хидролошку мрежу, па се са исте не располаже подацима у реалном времену. Станица није опремљена лимниграфом, али су у току 16 и 17 маја 1996. године вршена ванредна осматрања водостаја на основу којих је реконструисан талас (Слика 2.).

Слика 2.

На хидролошкој станици Губеревац до 15 маја водостаји су били у стагнацији. У току 15 и 16 маја водостаји су били у већем порасту. Врх таласа осмотрен је 16 маја у 19 часова при водостају H = 288 cm. Амплитуда пораста износила је 219 cm. Максима-лном водостају одговара протицај Q = 37.1 m^3/s. Осмотрени водостај је за 24 cm виши од ма-ксималног водостаја осмотреног од изградње бране "ГРУЖА". Водостаји су били у опадању до 20 маја, а затим поново у порасту за 91cm. После тога водостаји су били у стагнацији до 29 маја када је уследило опадање. На ниво водостаја код хидролошке станице Губеревац има утицај режим рада акумулације "ГРУЖА".

Анализа рада акумулације "Гружа"

Извештај о управљању акумулацијом "Гружа" у одбрани од поплава за период од 01.01. - 01.06.1996. године, помогао је да се уради реконструкција поплавног таласа и његова пропагација кроз акумулацију "Гружа".
Падавине које су захватиле цео слив реке Груже у току месеца априла 1996. године имале су знатан утицај на пуњење акумулације.
С обзиром да су падавине које су пале на слив Груже низводно од бране већ изазва-ле изливање воде из корита реке Груже, ценећи хидролошку ситуацију узводно и низводно од бране није се приступило испуштању воде из акумулације преко те-мељних испуста.

Сталне пљусковите падавине погоршавају хидролошку ситуацију како узводно тако и низводно од бране.

Да се не би повећао обим поплава низво-дно од бране и даље се не испушта вода преко темељних испуста.

Невреме праћено кишом током поподнева и ноћи 15 и 16 маја 1996. године испунило је акумулациони простор до коте прелива бране 270.00 m.n.m., и преко три преливна поља на брани у 5 часова и 15 минута, 16 маја почело је преливање воде.

Низводно подручје од бране пре него што је прорадио прелив на брани било је поплављено на 2 km од бране због изливања реке Груже и притока буичног карактера.

У 8 часова и 40 минута приступило се испуштању воде преко темељних испуста да би се успоставила евакуација воде из доњих слојева акумулације и успоставио режим испуштања сагласно елаборату за управљање акумулацијом.

- Запремина воде која је дотекла у акумулацију за 22 часа, W=4 600 000 m^3, испунила је преостали резервисани простор за прихватање поплавног таласа.
- Максимални успор од 270.20 m.n.m. достигнут је 16 маја 1996. године у 13 часова када је брана испуштала преко темељних испуста Q = 3.3 m^3/s, а испуст за биолошки минимум Q = 0.1 m^3/s, преко прелива је преливало Q = 14.14 m^3/s што укупно износи Quk = 17.54 m^3/s, протицај који је утицао на већи пораст водостаја код хидролошке станице Губеревац која се налази низводно од акумулације.
- Укупна запремина воде која је дотекла у акумулацију за 36 часа W = 5 863 600 m^3, Pe = 20.5 mm, Qmax = 90,5 m^3/s.

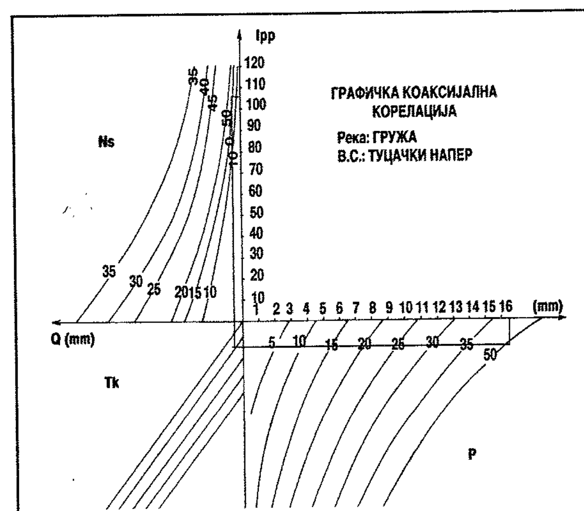
Модел за краткорочну прогнозу запремине поплавног таласа који дотиче у акумулацију "Гружа"

Модел је урађен у "Одељењу за биланс и хидролошке прогнозе", Одговорни обрађивач је Мр. Драган Јанковић, дипл.инж., обрађивач је Бранислава Капор, дипл.инж. и група сарадника.

- Основна идеја овог рада јесте да се оцени могућност тестирања модела који би давао прогнозу запремине воде која ће дотећи у акумулацију, као и динамику дотицаја.
- Слив реке Груже до профила акумулације је релативно мали, процес формирања таласа великих вода на њему одиграва се веома брзо. То се нарочито односи на доток воде од интензивних киша, тако да се овај аспект проблема и разматра у раду, прорачун слоја (Pe) ефективних падавина у реалном времену,

Прогностички модел се састоји од две компоненте:

- Прогностички модел слоја отицања (нето кише) Pe= f (P, IPP, Tk, Ns), како зависност није линеарна а и собзиром на природу везе између параметара веома је тешко да се она представља у аналитичком облику, па се зато овде користи графички поступак нелинеарне коаксијалне корелације (Слика 3.).

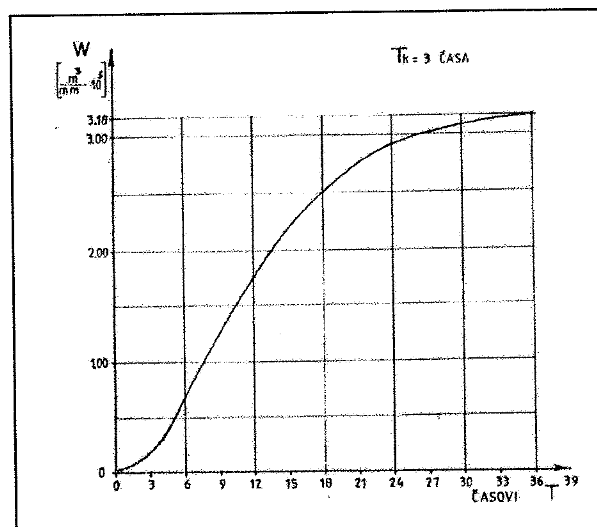


- И јединични хидрограм који даје расподелу протока (запремину) у времену. Осредњавањем јединичних хидрограма добијен је јединични хидрограм за кишу Тк = 3 часа. Из овог јединичног хидрограма изведени су јединични хидрограми за кишу трајања Тк = 6 часова и Тк = 9 часова .

На основу ових дијаграма конструисани су дијаграми сумарног дотока (запремине) воде у акумулацију. Дијаграм сумарног дотока у акумулацију даје укупан доток у акумулацију од слоја (Pe) ефективне кише, по времену, дакле сумарни доток од базног, површинског отицања. Ово отицање према генетичкој теорији почиње од момента када интензитет кише постаје већи од интензитета инфилтрације. Код јаких киша, практично се може сматрати да отицање почиње када је почела падати киша.

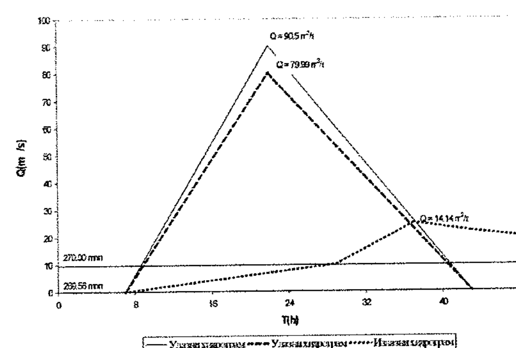
Реконструкција поплавног таласа у профилу Туцачки Напер преко модела за краткорочну прогнозу

Први корак је да се одреде почетни услови, IPP (залихе влаге у земљишту). Урађен је IPP за падавине које су пале на сливу за период од 1.01. - 31.05.1996. године.



Слика 4. Дијаграм сумарног дотока (запремине) поплавног таласа у акумулацији по времену

ХС.: Туцачки Напер
Река: Гружа



Слика 5. Реконструкција поплавног таласа и његова пропагација кроз акумулацију Гружа у профилу Туцачки Напер

Са добијеним подацима IPP, P, Tk, Ns, преко "Графичке коаксијалне корелације" добија се Pe = 16.3 mm. Преко "Дијаграма сумарног дотока (запремине) поплавног таласа у акумулацију по времену", за Тк = 3 часа добија се запремина воде која је дотекла за 36 часова W = 5183400 m³.

Нацртан је реконструисан поплавни талас и његова пропагација кроз акумулацију, хидрограми у облику троугла са базом која је дефинисана радом акумулације и у овом раду усваја се Tb = 36 часова (Слика 5.).

- Qmak = 79.99 m³/s, протицај добијен преко модела.
- Qmak = 90.5 m³/s, протицај добијен преко запремине дотока у акумулацију.

Предлог мера заштите слива од ексремних падавина је мерење падавина радарским осматрањима

На сливу реке Груже не постоје извештајне падавинске станице. Синоптичке станице Краљево и Крагујевац налазе се изван слива и не могу се користити као меродавне.

Модел за краткорочну прогнозу који се тестира у овом раду захтева метеоролошке прогнозе од 1 до 2 дана као и количину падавина јаких интензитета (падавине конвективне облачности) у реалном времену.

Одељење хидролошких прогноза располаже синоптичким прогнозама од 1, 2, 5 и више дана али нема благовремену најаву о конвективним процесима који изазивају нагле порасте водостаја, а самим тим и нагле поплаве на мањим сливовима и бујицама.

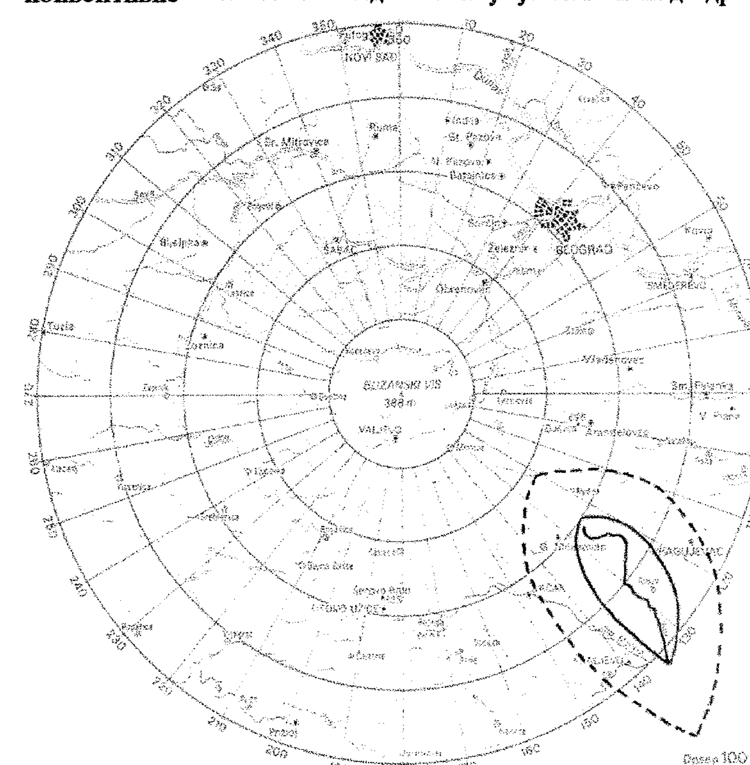
Нагле поплаве носе у себи велики ризик, угрожавају материјална добра и наносе велику штету у неким случајевима и губитак људских живота.

У метеоролошком и хидролошком осматрачком систему највећи проблем тренутно представља недостатак информација о интензитету и количини падавина у реалном времену.

У циљу допуне временске прогнозе и њене ефикасности за потребе Одељења прогнозе вода, почела је сарадња са Сектором противградне заштите.
Од почетка примене радара у метеорологији као један од основних циљева био је и покушај мерења количине падавина радаром. Предност оваквог начина мерења је у добијању просторне расподеле количине падавина, што је од изузетног значаја за хидрологију.

Пратећи светске трендове и у Републичком хидрометеоролошком заводу, од прве набавке метеоролошког радара, почиње се са експериментима за мерење количине падавина радаром. Такође је и набавком метеоролошких радара MITCHUBISHI RC-34A било више покушаја мерења количине падавина. Међутим, сви ови појединачни покушаји дали су неочекивано лоше резултате. Основни разлози за овако лоше резултате, супротно светским искуствима, недостатак пратеће опреме (рачунара повезаних са радаром) и недостатку прецизне методологије.

Повезивањем постојећих радара са рачунарима на радарским центрима Ваљево, Ужице и Ниш и коришћењем Шведског система RDS-ERIKSON, добијају се задовољавајући резултати у погледу процене количине падавина које је било изнад одређене



Слика 6.

области.

Од почетка маја 1998.године за потребе Одељења прогнозе вода Хидролошког Сектора РХМЗ Србије, почело се са проценом количине падавина у сливу реке Груже, прегледна радарска планшета (Слика 6.).

Региструје се сва радаром видљива облачност са падавинама. Користи се радар радарског центра "Ужице" који је од поменутог слива максимално удаљен 80 km а минимално 60 km, што су оптимална растојања за радарску процену количине падавина, а орографија је

тако распоређена да не омета рад.

Овај радарски центар опремљен је радаром MITCHUBISHI RC-34A јапанске производње и аутоматизованим системом RDS-ERIKSON. Меморисање слика PPI пресека обављаће се сваких 5 минута на елевацији од 1 степена. Из тако снимљених слика на основу стандардних алгоритама вршиће се процена количине падавина изнад слива реке Груже.

Овако добијени резултати биће упоређивани са подацима са падавинских станица у овом сливу, и на тај начин извршити калибрацију система. На овај начин добијени подаци, би се користили за најаву поплавних таласа.

Овде се мора напоменути, да тек по окончању експеримента за радарско мерење падавина у Србији и у складу са добијеним алгоритмима за наша климатска подручја, можемо очекивати квалитетне резултате у процени количине падавина радаром.

Закључак

Са благовременом најавом екстремних падавина на неком сливу, можемо очекивати ефикасне хидролошке прогнозе.

Модел за краткорочну прогнозу запремине поплавног талас који дотиче у акумулацију "Гружа", користио би се за израду прогноза запремине дотока у акумулацију по времену. Оваква прогноза обезбедила би контролисано испуштање воде из акумулације и благовремено обезбеђење потребне резерве за прихватање таласа.

Самим тим би се смањио ризик од неконтролисаних елементарних непогода као што су поплаве.

Литература:

Модел за краткорочну прогнозу запремине поплавног таласа који дотиче у акумулацију "Гружа", РХМЗ Србија "Одељење за биланс и хидролошке прогнозе", Мр. Драган Јанковић, дипл. инж., Бранислава Капор, дипл. инж., и сарадници,1988.година.

Студија Радарско мерење падавина у Србији, Др. Ђура Радиновић, дипл. мет. и Мр. Александар Костић, дипл инж.,1997.година.

Извештај о управљању акумулацијом "Гружа" у одбрани од поплава за период од 01.01 - 1.06.1996. године, Јавно комунално предузеће "Водовод и Канализација" Крагујевац.

Анализа хидролошких и метеоролошких услова на сливу реке "Груже" у току маја 1996. године, РХМЗ Србије, Одељење за прогнозу вода.

Инжењерска хидрологија, Др.Емир Зеленхасић, дипл.инж.,1991.година.

Параметарска хидрологија, Др. Славољуб Јовановић, дипл. инж., 1975.година.

УЛОГА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СИСТЕМУ ПРЕВЕНЦИЈЕ И ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕМЕНТАРНИХ НЕПОГОДА И ИНДУСТРИЈСКИХ КАТАСТРОФА (УДЕСА)

мр Владимир Делић, дипл. инж. хем. тех.
Пензионер, Милентија Поповића 35/22,
11000 Нови Београд, Југославвија
мр Славко Костоски, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66,
11030 Београд, Југославија

Abstract

Well known chemical accidents in the world (Bopal, Sandoz, etc.) indicated thet meteorologicala conditions at the time of accident, beside phisico-chemical and toxicological characteristics, tipe and quantity of released dangerous matters, significantly determine the proportion of the chemical accidents and hazardious consequences to the people and environment.

The paper gives detailed presentation concerning the role of meteorological parameters in chemical accidents in accordance to the forecast of contaminated cloud movement. Such a forecast can enable the decision makers to make all the neccesery steps and measures in order to decrease the possible consequences.

Апстракт

Познати хемијски удеси у свету (Бопал, Сандоз, и др.) су показали да метеоролошки услови у време удеса, поред физичко-хемијских и токсиколошких карактеристика, врсте и масе ослобођених опасних материја, у значајној мери одређују размере хемијског удеса и штетне последице по људе и животну средину.

У раду је дат детаљан приказ улоге метеоролошких параметара при одговору на настали хемијски удес у складу са прогнозом распростирања контаминационог облака. Таква прогноза има значајну улогу у предузимању одговарајућих корака и мера за смањење штених последица на најмању могућу меру.

УВОД

Хемијски удеси при производњи у хемијској индустрији, складиштењу, транспорту и другим сферама живота, по својим учесталостима, размерама и штетним последицама по људе и животну средину спадају у ред најопаснијх појава савременог доба. Они више нису случајност, него постају правило. Након неколико катастрофалних хемијских удеса (Севасо, Бопал, Мексико Сити, Сандос и др.) и повећаног интересовања за заштиту животне средине у целини, повећано је и интересовање стручњака различитих специјалности за проблематику хемијских удеса.

Интересовање се односи у првом реду на могуће врсте и количине хемијских материја које се могу неконтролисано ослободити при удесу, затим њихове физичко-хемијске и (еко)

токсиколошке карактеристике, могуће повредиве бјекте и локације, околности под којима би могло доћи до хемијског удеса, локалне микрометеоролошке и топографске услове, прогнозу распростирања контаминационог облака, заштита и санација последица као и штетне ефекте по становништво и животну средину.

Метеоролошки услови у време удеса, поред физичко-хемијских и токсико лошких карактеристика, врсте и масе ослобођених опасних материја, у значајној мери одређују размере хемијског удеса и штетне последице по људе и животну средину. Због тога се у овом раду приступило детаљном приказу улоге метеоролошких параметара на одговор при насталом хемијском удесу и могућим штетним последицама по људе и животну средину.

2. ПОЗНАТИ ПРИМЕРИ ХЕМИЈСКИХ УДЕСА И УЛОГА МЕТЕОРОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА

Сведоци смо последњих година бројних хемијских удеса у индустрији, саобраћају и сл., са великим бројем људских жртава и оштећења здравља, као и несагледивим материјалним, социјалним, психолошким и другим штетним последицама.

Иако средства јавног информисања ретко описују локалне метеоролошке услове и време хемијског удеса, познат је већи број хемијских удеса у којима су локални метеоролошки услови одиграли значајну улогу, у негативном или позитивном смислу.
Познато је, да се једна од најтежих катастрофа у историји индустријске цивилизације десила у Бопалу, Индија, 3. децембра 1984. године, када је у фабрици пестицида из подземног резервоара, због пуцања сигурносног вентила, неконтролисано истекло преко 25 тона метил изоцијаната, у временском периоду од 1 сата. У трагедији живот је изгубило преко 3.000, а накнадно још 10.000 људи, са трајним последицама је остало преко 40.000 људи, а још је било затровано преко 100.000 људи. Штетне последице су и данас присутне, а многе су пренесене и на потомке затрованих.

Удес се догодио око 2 сата ноћу, између 2 и 3 децембра, када је нагло почео да истиче метил изоцијанат и формира контаминациони облак отровних гасова (изоцијаната, хидроцијанида, фозгена и др.), који је након 5 минута прекрио цео фабрички круг, а у току ноћи још неколико квадратних километара густо насељеног радничког насеља у граду.

Због веома "ниске" температуре ваздуха за то климатско подручје, свега 14 °C, гас се брзо хладио и постепено спуштао према тлу, а због велике влажности ваздуха и испарљивости изоцијаната од 39° C на појединим местима кондензовао и као отровна киша падао на људе и земљу. На несрећу ветар је дувао, при томе усмеравајући контаминациони облак, у правцу густо насељеног радничког насеља.

Контаминациони облак се у доста компактном облику задржавао веома дуго (постоје информације о 56 сати) на угроженом подручју. највероватнији разлог је јако стабилно стратификована атмосфера, са повећаном влажношћу ваздуха током ноћи. Због тога се контаминациони облак ширио ниско изнад тла и повремено враћао у зону удеса.

Овакве, за дисперзију контаминационог облака, неповољне турбулентне и дифузионе карактеристике атмосфере, поред неорганизованог узбуњивања и евакуације, највише су допринели изузетно великом броју погинулих и тешко затрованих људи.

Процене указују да и у оваквој катастрофи постоји и срећна околност, јер да је ветар дувао у супротном правцу, контаминациони облак би захватио још насељенији део града, па би и штетне последице вероватно биле још теже.

У хемијском удесу који се десио 20. новембра 1984.године у предграђу Мексико Ситија, дошло је до експлозије цистерне пропана у складишту једне компаније. Пожар је изазван експлозијом муњевито се ширио под утицајем снажног ветра у правцу складишта оближње петрол компаније, где је проузроковао нове експлозије и пожаре, а затим је уништио и десетак блокова кућа у радничкој четврти. Последице ове катастрофе, највише због неповољних метеоролошких услова, су преко 600 мртвих, преко 2.000 људи са тешким тровањем и опекотинама, а око 250.000 људи је остало без крова над главом, што говори о огромној материјалној и другим штетама.

Постоје још доста примера хемијских удеса, где су тренутни метеоролошки услови допринели да штетне последице буду знатно већих размера него што би се очекивало, али постоје и случајеви када су повољни метеоролошки услови знатно умањили размере штетних последица при хемијском удесу.

Маја 1984. године у фабрици ракетног горива у граду Хендерсон, Невада, САД,, дошло је до експлозије запаљивих сировина и производа амонијум перхлората, компонената за ракетно горово, од чега је уништена цела фабрика. Поред брзе евакуације, која је наређена после почетног пожара у овом удесу је погинуло 9 људи, а преко 200 је теже и лакше повређено. Последице овог удеса би биле катастрофалне по становнике града да јак ветар није контаминациони облак, састављен од различитих токсичних материја, усмерио према оближњој пустињи, где се брзо расформирао.

Други пример се десио у луци Шибеник 23. септембра 1988. године, после поноћи, када се у складишту вештачког ђубрива запалило (уствари топило) око **17.000 тона** ђубрива **нпк**, услед чега је дошло до ослобађања велике количине отровних гасова (амонијака, нитратних и сумпорних гасова и сл.). Захваљујући брзој и стручној интервенцији ватрогасних јединица и евакуацији око **12.000 људи**, али и повољној брзини и смеру ветра према ненасељеном подручју, удес је прошао без људских жртава и са само 40-так људи са лакшим здраственим проблемима.

Интересантан је и најсвежији пример експлозије ауто цистерне са **2.440 кг.** амонијака, који се десио **27. маја** 1998. године на зрењанинском путу, недалеко од насеља Борча. Од последица тровања амонијаком двоје људи је умрло (један после неколико дана), седморо је било тешко затрованих и са јаким опекотинама, а 40 је прошло са лакшим опекотинама.

Због потпунијег сагледавања простора и времена кретања контаминационог облака који се формирао непосредно после експлозије и који је изазвао овакве жртве овај случај смо посебно третирали, коришћењем математичког такозваног "puff " модела (Turner 1969,EPA 1986, EPA 1987a).

У тренутку експлозије која се догодила нешто после 14 сати дан је био ведар, дувао је ветар из североисточног квадранта са брзином од 1.2m/s атмосфера је била умерено нестабилно стратификована (Пасквил - Тарнерова класа **Б**) са условима за вертикална конвективна кретања и температура је износила 27.7°C. Ови метеоролошки условили су омогућили релативно брзо ширење и контаминационог облака уз изражено разблаживање отровних гасова и пара због повољних турбулентних и дифузних карактеристика дела атмосфере у којој се јавила експлозија амонијака. Треба такође напоменути да су се метеороилошки услови незнатно мењали током нередних три сата, када је дошло до потпуног разблаживања контами национог облака.

Применом овог модел акоји је специфицирана од стране америчке агенције за заштиту природе (**E**nvironmental **P**rotecton **A**gency-**EPA**) за потребе праћења екплозивног ширења гасова и пара са наведеним улазним метеоролошким подацима и одговарајућим физичко-хемијским параметрима амонијака (испарљивост, однос смеше и др.) рачунате су просторне и временске расподеле формираног контаминационог облака као и промене у простору и времену.

Резултати добијени применом наведеног модела, датих у у Табели 2, показују да су људи, који су се нашли током 5 min. од тренутка експлозије унутар контаминационог облака отровних гасова и пара полупречника 215m, а на растојању од 540m. северозападно од места испуштања амонијака, примили смртоносну дозу већу од 5325 ppm.

У интервалу од 5 до 16min од тренутка експлозије облак се ширио крећући се у правцу доминантног ветра достижући полупречник од 370m. И поред разблаживање, услед дисперзије проузроковања турбулентним процесима у атмосфери, концентрације су на растојању до 1328m од места удеса у правцу ветра још увек биле веће од 300ppm. Тако да су људи који су били, унутар овог облака, на растојању до 1328m примили токсичну дозу (Ђурић 1966, WHO 1987).

До потпуног разблаживањеа дошло је након 41 min од тренутка експлозије када се облак полупречника 572m нашао на растојању од 2724m од места удеса. Тек након овог времена су концентрације биле мање од законом дозвољене - 50ppm (35 mg/m^3).

Опште анализе досадашњих познатих хемијских удеса указују да се углавном дешавају у ноћним или раним јутарњим сатима (смањена пажња и опрезност радника и обезбеђења), а тада су са метеоролошког аспекта углавном и најнеповољнији услови (слаб ветар или без ветра, непостојање вертикалних струјања, ниже температуре ваздуха и тла), који доводе до повећања штетних последица по животе и здравље људи и животну средину.

3. МЕТЕОРОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ КОЈИ НАЈВИШЕ УТИЧУ НА ТОК ХЕМИЈСКОГ УДЕСА

На ток хемијског удеса поред параметара као што су врста, количина физичкохемијске карактеристике, у значајној мери утичу и тренутни микро метеоролошки услови у зони настанка удеса, као и карактеристике и топографија тла.

Метеоролошки услови у целини утичу на облик и величину формирања контаминационог облака, правац, брзину и дубину распростирања (хоризонталног и вертикалног), као и време задржавања концентрација опасних по живот и здравље људи и животну средину на угроженој локацији.

Исто тако, тренутни метеоролошки услови имају значајан утицај уколико дође до изливања већих количина опасних материја на тлу, јер од њих у великој мери зависе постојаност и испарљивост опасне материје, а тиме и присуство штетних концентрација у приземним слојевима ваздуха.

Најзначајнији метеоролошки параметри, који утичу на формирање и понашање контаминационог облака, а тиме и штетне последице по људе и животну средину су:

- температура ваздуха и тла,
- правац и брзина ветра,
- вертикална стабилност ваздуха,
-облачност, влажност и падавине.

Температуре ваздуха и тла непосредно утичу на агрегатно стање ослобођене опасне материје, њену постојаност и испарљивост, тиме и на густину контаминације и концентрације штетних материја у ваздуху, а посредно на стабилност ваздуха и понашање контаминационог облака (Ђурић 1966).

Високе температуре повећавају испарљивост изливених течних матрија са тла, а тиме и токсичност у приземним слојевима атмосфере али и расплињавање контаминационог облака. Ниске температуре обезбеђују већу постојаност нарочито течних опасних материја на месту удеса.

Правац, брзина и карактер ветра имају најзначајнији утицаја на понашање неконтролисано ослобођених опасних материја у ваздуху. Смер распростирања и брзина расплињавања контаминационог облака непосредно зависе од турбулентних и других термодинамичких кретања унутар слоја мешања. Интензитет атмосферске дифузије се значајно повећава са повећањем брзине ветра, условљавајући при томе интензивно разблаживање опасних материја унутар контаминационог облака. Брзина ветра утиче и на испарљивост течне фазе са земљишта. Међутим, на ове појаве у великој мери утичу природне и вештачке препреке на тлу.

Вертикална стабилност приземног слоја ваздуха такође битно утиче на понашање контаминационог облака и време задржавања високих концентрација опасних материја у облаку. Израженија нестабилност ваздуха и вертикално струјање (конвекција) условљавају дизање и брже расплињавање контаминационог облака. У стабилним условима инверзије, вертикална струјања ваздуха су занемарљива, што доприноси да контаминациони облак у дужем временском периоду у компактном облику, са високим концентрацијама опасних материја, остане у приземном слоју ваздуха испуњавајући и сва удубљења на тлу.

Повећана облачност, влажност и падавине су значајне појаве у приземном слоју атмосфере, јер у време удеса утичу на формирање контаминационог облака на различитим висинама од тла, повећање кондензације токсичних гасова, пара и аеросола у облаку и њихов бржи пад на тло. Јаке падавине условљавају смањење концентрације токсичних материја у ваздуху, било због хидролизе или кондензације и пада на земљу. С друге стране слаба киша или измаглица условљавају задржавање токсичних материја у контаминационом облаку непосредно изнад површине земље у дужем временском периоду.

У случају да дође до хемијског удеса, неповољан или повољан утицај тренутних микрометеоролошких услова на развој хемијског удеса, а тиме и штетне последице по живоге и здравље људи и животну средину, приказан је на табели 1.

Овде треба истаћи још једну важну чињеницу, да сви наведени метеоролошки услови могу значајно да се промене у веома кратком временском интервалу, али и да се задржи иста временска ситуација и више сати. Ово такође може пресудно да утиче на повећање или смањење штетних последица по људе и животну средину

повољ-ности	Метеоролошки параметри							Штетне
	Ваздух		Брзина ветра m/s	Правац ветра (°)	Стабил. по правцу	Степен облачн.	Доба дана	После-дице
	Вертик. стабил.	Темпер. °C						
Непово-љни	Инвер-зија	Већа од тем-пер.тла	2-4	Ка насељу	Стаби лно	Ведро, делим. облачно без кише	Рано ју-тро илио вече	Знатно повећане
Повољ-ни	Конве-кција	Мањеод темп. тла	До 1 или преко 6	Су-прот.од насеља	Јако неста-билно	Ведро или јака киша	Око под-нева	Умањене

Табела 1. Утицај метеоролошких услова и њихова повољност.

Досадашња искуства са хемијским удесима указују да се у већини случајева дешавају у најнеповољнијем времену (ноћу или у раним јутарњим часовима) и са доми-нантним негативним карактеристикама када су у питању микрометеоролошки параметри.

4. ЗНАЧАЈ МЕРЕЊА И ОСМАТРАЊА МЕТЕОРОЛОШКЕ СИТУАЦИЈЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ХЕМИЈСКИМ УДЕСОМ

У савременим условима перманентне опасности од настанка хемијског удеса у индустрији, саобраћају, при складиштењу хемијских материја и многим другим сферама живота, познавање, непрекидно мерење и прогнозе метеоролошких ситуација, а посебно микро метеоролошких параметара постало је саставни део мера управљања хемијским удесом.

Зависно од благовремено измерених параметара и правилне прогнозе метеоролошке ситуације у регионима, где постоји потенцијална опасност од хемијског удеса, зависиће и адекватно спровођење најцелисходнијих мера одговора на удес, евентуалне евакуације и заштите угрожених људи, а тиме и обим штетних последица.

Са становишта превенције, одговора на удес, успешне заштите и санације последица, основни метеоролошки параметри које би требало трајно прикупљати на потенцијално угроженим локалитетима су:

- брзина и правац ветра у приземном слоју ваздуха,
- температуре тла и ваздуха,
- степен вертикалне стабилности ваздуха (критеријум $\Delta t/v^2$),
- ваздушни притисак,
- влажност ваздуха,
- облачност,
- количине падавина.

У мрежи метеоролошких станица Србије на 29 места Републички хидрометеоролошки завод врши континуална мерења свих метеоролошких параметара од значаја за управљање хемијским удесом, како у приземном слоју ваздуха тако и на висинама, а постоји и могућност узимања узорака примарних и секундарних полутанатаи одређивања концентрација у приземном слоју ваздуха

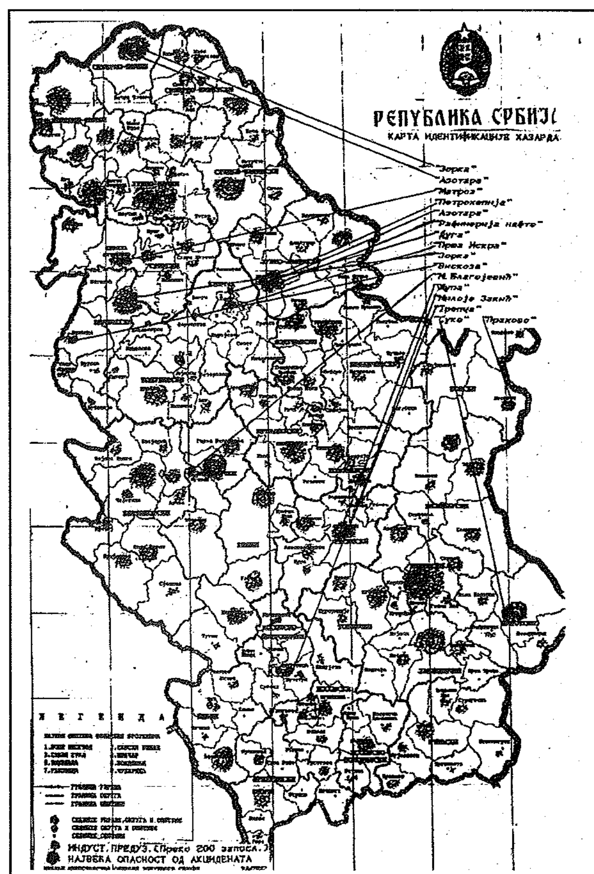
На карти индентификације хазарда /слика 1./, коју је израдило Републичко Министарство заштите животне средине 1992. године, приказани су градови са индустријским објектима у којим постоји повећана потенцијална опасност од хемијског удеса. У исту карту су уцртане и постојеће метеоролошке станице (мерна места), оспособљене за мерење свих потребних микрометеоролошких параметара.

Распоред метеоролошких станица показује да су мерењима обухваћени многи градови и простори на којим је повећана опасност од хемиског удеса.

Међутим, узимајући у обзир важност познавања микрометеоролошких параметара, специфичност појединих локалитета у нашој земљи, карактеристика индустријских постројења и близину насељених места у већини индустријских зона, намеће се потреба формирања истурених метеоролошких станица или мерних места у близини ризичнијих фабрика, ради правовременог добијања потребних пода-

така за потребе управљања хемијским удесом.

Поред одговарајућег покривања подручја са повећаним ризиком од хемијског удеса метеоролошким станицама и мерења најважнијих параметара, неопходно је развијати и математичке (рачунарске) моделе дисперзије штетних материја, које би се ослобађале при хемијским удесима, ради брзих процена и прогноза распростирања опасних материја у приземним слојевима атмосфере и обима потенцијалне опасности за различите метеоролошке услове.



Слика 1. Карта идентификације хазарда и метеоролошких станица у Србији.

5. ЗАКЉУЧЦИ

1. На основу досадашњих искустава са хемијским удесима свет је извео јединствен закључак, да нико није потпуно заштићен од хемијског удеса у индустрији, саобраћају, складиштењу опасних материја, како у градовима тако и на отвореним просторима, а штетне
последице могу бити несавладиве и по правилу прелазе оквире фабрике, града чак и региона.

2. Потенцијална опасност од хемијског удеса на индустријским постројењима, складиштима, транспорту и сл., захтева јединствен и мултидисциплинаран приступ у изучавању свих проблема од значаја за управљање хемијским удесом. Метеоролошка наука при овоме заузима значајно место.

3. Метеоролошки подаци играју значајну улогу у управљању ризиком од хемијског удеса, нарочито у фази превентивних припрема и одговора на удес, заштити људи и животне средине, а тиме и смањење штетних последица на што је могуће мању меру.

4. Препорука овога рада је да уз свестрано изучавање проблематике хемијских удеса, сви ризичнији индустријски центри у Републици Србији покрију метеоролошким станицама или мерним местима, на којим би се обављала стална метеоролошка мерења и осматрања, а подаци достављали фабрикама, где постоји повећана опасност од хемијског удеса.

ЛИТЕРАТУРА

Д. Ђурић, 1966.: Биофизика и Биохемија индустријских отрова, Београд, 1966год. Air quality quidelines for Europe, WHO 1987.: Regional Publication, Europien series No. 23. Copenhagen.
Berkovich R., H.R. Olesen, K.B. Gision, 1986.: Modeling air pollution from industrilal and area sources, Environmental pollution monitoring and research programe, NO. 49, Proceedings of the WMO conference on air pollution modeling and its application, Tecnical document WMO/TD No.187
Turner D.B, 1969: Workbook of atmospheric dispersion estimates, U.S Department to helth, educaton and walfaure, Cincinati.
U.S EPA, 1986. Guideline of Air Quality models (Revised) EPA-450/2-027,U.S EPA Office of air quality planning and standards, NNTISB86.
U.S. EPA 1987a, suppliment A, To the guideline on air quality models (Revised) EPA-450/2-78-27r. U.S. EPA Office of air quality planning and standards.

Табела 2. Резултати прорачуна концентрација амонијака "puff" моделом

Протекло време од тренутка удеса (s)	Полупречник контаминацио ног. облака (m)	Висина контаминацио облака (m)	Растојање облака од места удеса (m)	Концентрација Амонијака (ppm)
0	28.4	14.2	0	78577
75	134.0	1.6	79.1	37194
94	144.9	1.8	97.7	29273
152	170.0	2.4	157.9	15926
189	183.9	2.9	199.2	11354
223	196.5	3.6	244.2	8006
270	210.3	4.3	295.2	5780
283	215.6	4.5	311.2	5325
304	220.1	5.1	337.2	4514
380	241.4	6.8	435.4	2793
455	260.9	8.8	537.9	1856
472	267.9	8.9	559.2	1738
531	279.2	11.0	643.9	1303
540	282.1	11.1	655.5	1262
567	290.6	11.6	691.8	1136
607	296.3	13.3	752.8	955
662	311.7	14.5	828.7	789
683	312.4	15.8	864.2	724
759	327.8	18.4	977.7	565
810	339.1	20.0	1053.7	485
835	342.5	21.1	1093.0	450
850	346.0	22.0	1112.3	433
911	356.6	24.0	1210.0	366
945	367.7	24.5	1258.0	337
987	370.1	26.8	1328.3	303
1063	383.2	29.8	1448.0	254
1139	395.8	32.9	1568.8	216
1214	408.1	36.1	1690.7	185
1323	431.1	39.8	1860.1	151
1417	445.5	43.9	1014.4	128
1512	459.6	48.0	2169.9	110
1606	473.2	52.3	2326.4	91
1701	486.4	56.6	2484.0	83
1795	499.3	61.0	2642.6	73
1890	551.8	61.5	2802.0	65
2160	540.3	79.4	3267.6	48
2430	572.1	92.9	3723.9	37
2700	602.3	106.6	4202.8	29

Напомене:

Смртна доза за амонијак од 5000 до 10000 ppm
Токсична доза за амонијак од 300 до 500 ppm
Гранична вредност имисије амонијака 33 mg/m^3 или 50 ppm

МЕРЕЊЕ КИНЕТИЧКЕ ЕНЕРГИЈЕ ЗРНА ГРАДА ПОМОЋУ ГРАДОМЕРА

Нада Павловић Бердон
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд

Abstrakt

In order to establish the objective methods for efficiency evaluations for the activity on the hailstorm clouds, we use the specially prepared experiments. These are used to determine the micro-physical characteristics of solid precipitation and a direct verification on physical mechanism of modification process, as well as the determination to the cause-consequence correlation between the seeding and the obtained results. The objective of the experiment with the hailpads was to identify the differences in hail kinetic energy and hailstone spectra on protected and non-protected areas being the estimation of the hail suppression effects.

Абстракт

У циљу утврђибања објективних метода за оцену ефеката дејства на градоносне облаке, користе се специјално припремљени експерименти помоћу којих се одређују микрофизичке карактеристике чврстих падавина, а преко тога директна верификација хипотезе о физичком механизму модификације процеса и утврђивање узрочно-последичне везе између засејавања и његових резултата. Циљ експеримента са градомерима је био утврђивање разлике у кинетичким енергијама града и спектрима зрна града на брањеној и небрањеној територији као оцена ефеката заштите од града.

1. УВОД

У циљу утврђивања објективних метода за оцену ефеката дејства на градоносне облаке користе се сспецијално припремљени експерименти помоћу којих се одређују микрофизичке карактеристике чврстих и течних падавина, а преко тога и физичке промене градоносних облака дејством реагенса. Експеримент се врши само, ако се претходним анализама покаже да се услови погодни за модификацију јављају довољно често и да се при честинама при којима се јављају за дато трајање експеримента, очекиване вештачки изазване промене могу са прихватљивом случајношћу детектовати у форми варијабилности параметара који се модификују. Та варијабилност је кључни проблем у вештачком утицају на време.

Веома је тешко детектовати вештачку промену код појава као што су киша и град, јер оне саме имају велику варијабилност. Комплексност процеса у облацима и тешкоће у мерењу њихових карактеристика ствара тешкће у квантитативној оцени вештачке промене изнад неке површине за време једног специфичног периода времена, када је базирано само на физичким мерењима. Физички приказ допушта директну верификацију хипотезе о физичком механизму модификације процеса и утврђивање узрочно последичне везе између засејавања и његових резултата. У коначном доношењу квантитативне оцене резултата засејавања, статистичке методе обезбеђује поуздано мишљење о резултатима.

2. ИСТРАЖИВАНИ ПРОБЛЕМ

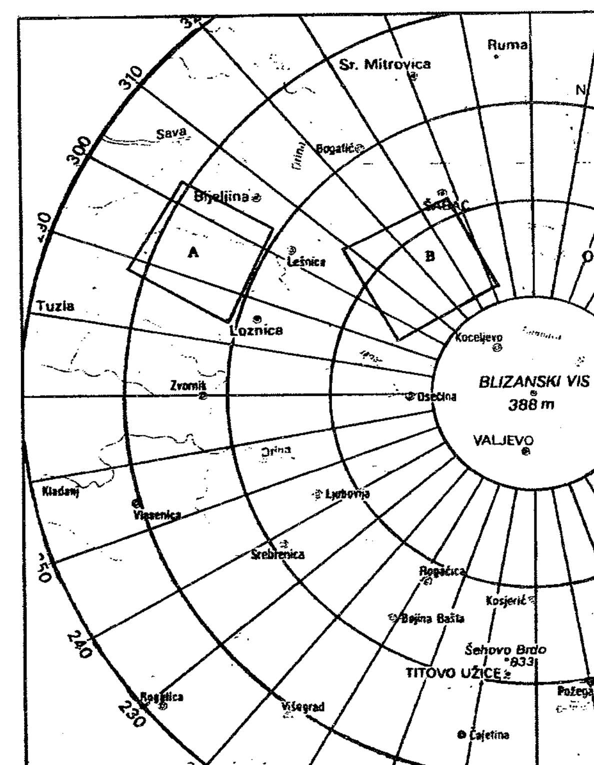
Струкруру савременог експеримента чине осматрање, планирање и мерење у екплораторној фази, а у конфирматорној се ригорозно тестирају хипотезе изведене из прве фазе.

Пре спровођења самог експеримента неопходно је дефинисати стастистички и

физички дизајн експеримента и методе којима ће се испитивати постављене хипотезе.

Експеримент који је реализовао Републички хидрометеоролошки завод Србије се састојао у постављању две мреже градомера (7x7) на површини од 441 km^2 на небрањеној (Босна) и брањеној територији (Поцерина) (Слика 1.). Области су изабране тако да буду просторно релативно блиске и климатски сличне, и да се небрањена област не налази иза брањене у односу на најчешћи правац непогода, тако да је заштићена од контаминације реагенсом.

Слика 1. - Локација грдомерних мрежа А - Источна Босна; В - Поцерина



Циљ експеримента је био утврђивање разлика у кинетичким енергијама града и спектрима зрна града на брањеној и небрањеној територији као оцена ефеката одбране од града. Првенствено је требало овладати методом мерења помоћу градомера, а затим извршити одређене прорачуне.

3. ПРИПРЕМА И ОРГАНИЗАЦИЈА ЕКСПЕРИМЕНТА

Да би се реализовао овај екперимент било је потребно урадити слердеће: направљено је 25 градомера и 50 специјално обрађених плоча, тако да је у 1984. години у периоду од 15. 06.- 15. 09. радила мрежа (5x5) на 225 km^2 у Поцерини у фази испитивања. У том периоду су забележена три датума са појавом града. Истовремено су вршена и радарска осматрања изнад мреже у циљу добијања упоредних података са приземним мерњима.

На основу добијених резултата, одлучено је да се мрежа прошири на (7x7) градомера и истоветна мрежа постави на небрањеној територији. У току зиме 1984/85. године израдили смо 75 нових градомера и набавили и сами обрадили потребан број градомерних плоча. У сезони 1985. године осматрања су трајала од 15. 05. - 15. 08. јер је то период када најчешће долази до падања града. Поред градомера, на одређена места распоређено је и 25 кишомера. Осматрачи су редовно достављали извештаје и водили бригу о плочама и градомерима. У току 1985. године такође су вршена радарска осматрања са три радарска центра (Ваљева, Букуље и Ужица) изнад територије Босне и Поцерине. Такође, извршена је калибрација грдомерних плоча за 1984. и 1985. годину и обрада свих оштећених плоча, које су претходно фарбане црном бојом, како би се отисци боље видели. Поред тога израђена је сва потребна опрема за израду и препарацију градомерних плоча.

4. ОПИС ИНСТРУМЕНАТА И МЕТОДЕ

Град је метеоролошка појава која има неправилну расподелу у простору и времену, али сваке године ствара значајне штете на пољопривредним културама. Карактеристичне размере траса града крећу се од неколико стотина метара до неколико десетина километара. Вишегодишњи просек осмотреног града у једној тачки је између 1-3 случаја али се деси да у некој тачки годинама не буде забележен ни један случај. Према томе, репрезентативни подаци се могу добити само помоћу густе мреже. То захтева да инструменти за детекцију буду јефтини и једноставни за руковање. Исвремено треба да мере број зрна града и њихову расподелу по величини. Ти параметри су важни не само због теоријског испитивања процеса стварања зрна града, већ у великој мери утичу и на величину штете проузроковане градом, односно пружају могућност за оцену ефеката одбране од града.

Индикатор града или градомер пасивног типа је најједноставнији инструмент за осматрање града. Служи за одређивање количине зрна града, расподелу по величини, односно постављени у мрежу градомери одређују трасе града, број дана са градом масу и кинетичку енергију града изнад одређеног подручија, односно из једног облака. Повезивањем радарске рефлексивности облака са подацима из градомерне мреже помоћу радара се процењује

кинетичка енергија града, што је био један од поступака за оцену ефеката противградне заштите примењен у пројекту Grossversuch IV у Швајцарској (Federer et al 1978,79., Waldvogel 1982.).

Градомер се састоји из два дела: сталка и плоче за мерење зрна града. Мерна плоча градомера димензија 0.20m x 0.20m x 0.02m је плоча која се може деформисати и на којој зрна града остављају мерљиве трагове. Плоча индикатора се поставља хоризонтално на висини од 1.00m са чврстом подлогом испод целе површине, тако да на путањи падајућих зрна нема препрека.

Прва мерења помоћу градомера извршена су у току лета 1959. године у Колораду због процењивања резултата експери-мента противградне заштите (Schleusener and Jennings 1960.) Материјал коришћен за градомерну плочу и метод калибрације су били слични данашњем, али је могућност процењивања трагова била доста лошија. Од тада је градомер коришћен у доста експеримената на више места (нпр. Admirat, 1973; Federer et al, 1978; Morgan et al, 1980; Симеонов,1982.).

У пракси је коришћена мерна плоча најчешће квадратног облика израђена од меког пенастог материјала. Због обезбеђења од влаге, отклањања штетног утицаја сунчевог зрачења и због лакшег очитавања трагова површина је обојена или прекривена алуминијумском фолијом.

Уобичајени поступак одређивања величине зрна је следећи: за сваки траг се мери мања оса па се помоћу измереног пречника и криве баждарења одређује у који интервал пречника може да се сврста зрно града. Калибрација плоча служи да се помоћу трагова града одреди каква су их зрна проузроковала. Због тога се у међународној пракси (Vento, 1978., Sarrat et al 1977; Lozowski and Strong 1978. итд.) углавном користе следеће претпоставке:

- *зрна града су лоптастог облика;*
- *зрна град се при удару о плочу не деформишу;*
- *густина зрна је једнака;*
- *зрна падају својом "коначном брзином";*
- *пречник трага који је проузрокован вертикално падајућим зрном зависи само од величине зрна и његове кинетичке енергије;*
- *мања оса трага се поклапа са оним пречником који би настао да зрна града падају вертикално.*

Узимајући у обзир наведене претпоставке баждарење мерне плоче се извршава на следећи начин: "са еквивалентне висине падања" пуштамо челичне куглице различитих димензија да слободно падају на мерну плочу индикатора. На основу међусобне зависности осе трагова и полупречника челичних куглица при датом трагу насталом од зрна града можемо одредити димензије зрна (крива баждарења приказана на Слици 2.).

Оштећене плоче градом се превлаче бојом како би се боље видели отисци, а након очитавања одређује се стварна вредност пречника зрна.

Кинетичка енергија зрна града $E_T(Jm^{-2})$ измерена помоћу градомера за сваку плочу се рачуна из формуле:

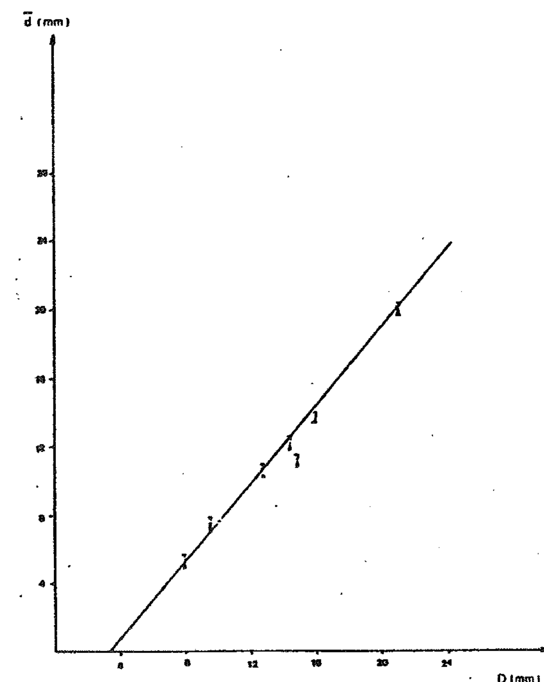
$$E_T = 4.58 \cdot 10^{-6} \sum_{i=1}^{p} n_i D_i^4$$

где је :

$n_i [m^{-2}]$ - број зрна по m^2

$D_i [mm]$ - пречници зрна града (средина интервала ΔD_i)

p - број осмотрених интервала



Слика 2. Крива баждарења (1985.год.) 2r - пречник отиска, *2R* - пречник зрна

Ово је тзв. тотална кинетичка енергија , а глобална се израчунава из формуле:

$$E_G = S \cdot \sum_{i=1}^{k} E_{T_i}$$

S - површина коју репрезентује градомер ($9km^2$)

k - укупан број градомера који су забележили град

Глобална кинетичка енергија се односи на поједине датуме са непогодом. Подаци за Босну (небрањена област) и Поцерину (брадњена област) дати су у табелама 1 и 2

Веза између флукса кинетичке енергије dE/dt и фактора радарске рефлексивности Z је узета из литературе (Waldvogel et al 1978), а добијена је емпиријски и представљена формулом:

$$\frac{dE}{dt} = 5.0 \cdot 10^{-6} \cdot Z^{0.84}$$

где је dE/dt у $[Jm^{-2}s^{-1}]$.

5. РЕЗУЛТАТИ

У табелама 1 и 2 приказани су подаци по датумима о глобалној кинетичкој енергији зрна града, максималне вредности кенетичке енергије, класни интервали у којима је забележен највећи пречник зрна града одређеног датума и површина захваћена градом у мрежи градомера на територији Босне и Поцерине. Види се да је на небрањеној области забележено 10, а на брањеној 6 дана са градом.

Табела 1. Подаци са градомерних плоча на небрањеној области (Босна)

Датум	E_G	E_{Tmax}	Dmax	S_G
21.05.85	188.01	9.15	13-17	36
22.05.	435.51	24.09	13-17	45
30.05.	92.29	5.22	9-13	27
31.05.	336.33	28.19	17-21	27
8.06	2432.79	104.41	17-21	63
23.06.	604.62	33.72	21-25	54
24.06.	375.84	20.95	13-17	36
17.07.	2078.28	182.45	21-25	36
01.08.	3333.06	336.12	13-17	18
07.08.	111.96	6.07	13-17	27
10	13 91.69	750.37		369

На небрањеној области је забележена за то време већа глобална кинетичка енергија (13 091.69 . 106 Jm^{-2}) него на брањеној (9 075.87 . 106 Jm^{-2}) . E_G забележена 01.08.1985. године на територији Босне је 3 333.06 . 106 Jm^{-2} на површини од 18 km^2, док је у Поцерини на дан 23.06.1985. године забележена највећа E_G од 4 186.53 106 Jm^{-2} на површини од 99 km^2, тако да је енергија града у Поцерини била мања него у Босни јер је распоређена на већу површину. Максимална кинетичка енергија по једном градиомеру осмотрена је 01.08.1985. године на територији Босне и то износи 336.12 Jm^{-2}, а на територији Поцерине E_{Tmax} = 319.11 Jm^{-2}, а забележена је 26.06. 1985. године.

Табела 2. Подаци са градомерних плоча на брањеној области (Поцерина)

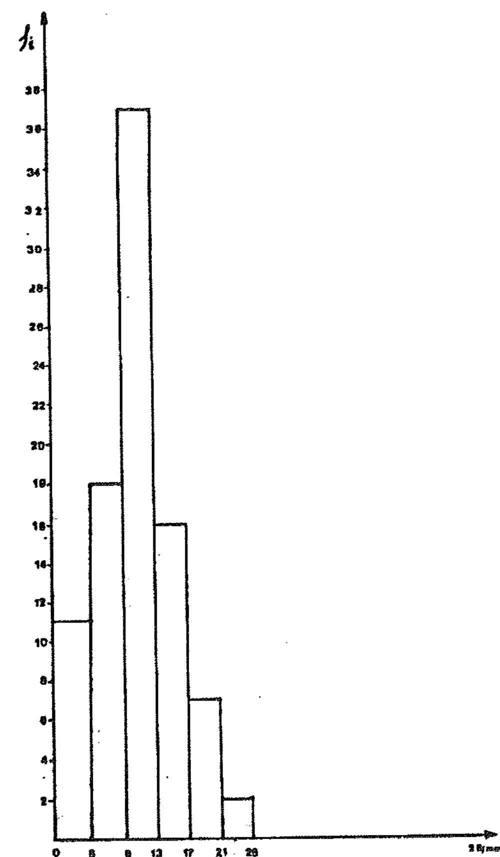
Датум	E_G	E_{Tmax}	Dmax	S_G
22.05.' 85.	2149.0 2	124.77	17-21	72
08.06.	746.91	23.88	13-17	81
17.06.	73.53.	7.47	13-17	18
23.06.	4186.5 3	319.11	17-21	99
17.07.	1904.6 7	117.45	17-21	63
07.08.	15.21	1.69	9-13	9
6	9 075.87	594.37		342

У табели 3 су дате фреквенције пречника зрна града по класним интрвалима за Босну и Поцерину. Класни интервал 0-5 mm представља суградицу, 5 - 9 mm је зрно кукуруза, од 9-13 mm је зрно пасуља, од 13-17 mm је величине лешника, од 17-21 mm је величине ораха, а од 21-25 mm је величина голубијег јајета.

Табела 3. Фреквенције пречника зрна града сврстане у класне интервале за Босну и Поцерину

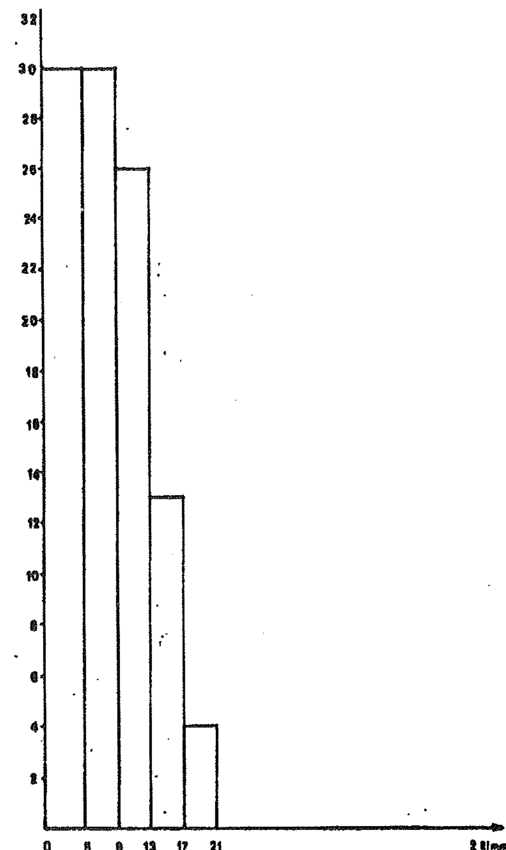
Класе	фреквенција (fi)		Релативне фреквенције	
D(мм)	Босна	По-церина	Босна	По-церина
0-5	11	30	11	30
5-9	18	30	29	60
9-13	37	26	66	86
13-17	16	13	82	99
17-21	7	4	89	103
21-25	2	0	91	103
	91	103		

Графички приказ ових података дат је на сликама 1 и 2 и то преко хистограма фреквенција пречника зрна града. Види се да максимум фреквенција код Босне пада у класни интервал од 9-13 mm, док је у Поцерини то за класне интервале 0-5 mm и од 5-9 mm.



Слика 1. Хистограм фреквенција пречника зрна града *2R* за источну Босну у 1985. години

Кумулативне фреквенције показују да 58% случајева има величину пречника до 9mm за Поцерину, а за Босну до те вредности пречника сврстано је 32% случајева. То показује да су веће вредности пречника зрна града забележене на територији Босне него на територији Поцерине. Да би се дошло до поуздане статистичке анализе типа расподеле пречника зрна града потребан је већи узорак односно наставак овквих испитивања за више година . Поред израчунатихх величина (E_T, E_G, S_G, Dmax, E_{Tmax}) могу се израчунати M_G - целокупна маса палог града, N_G - целокупан број палих зрна града, $Eav = E_G / S_G$ - просечна површинска густина кинетичке енерије зрна, $Mav = M_G / S_G$ - просечна површинска густина



масе зрна, $Nav = N_G / S_G$ - просечна површинска густина броја зрна.

Слика 2.Хистограм фреквенција пречника зрна града *2R* за Поцерину у 1985. години

Морамо констатовати да у овом тренутку радрски подаци нису пружили задовољавајуће резултате што значи да у будуће њиховој тачности и прецизности треба посветити посебну пажњу. На основу радарске рефлексивности иприземних података могуће је одредити

радарски критеријум за раздвајање кише од града, што је веома важно код критеријума за дејство на грмљавинске облаке.

6. ЗАКЉУЧАК

Може се констатовати да је овај експеримент организован и вођен врло систематично и поступно и да су избор локација и постављање мреже градомера, као и добијени резултати веома значајни за даље анализе. Прикупљени подаци из овог експеримента су полазна основа за повезивање радарских карактеристика градоносних облака са приземним подацима. Као наставак ових анализа при прецизним радарским мерењима може дасе извршити калибрација радара за одређивање флукса кинетичке енергије, као и одређивање критеријума за раздвајање града од кише.

Сматрам да се потпуно овладало методом мерења и обраде градомерних плоча, као и начином њихове припреме за коришћење. Добијени резултати о тоталној и глобалној енергији зрна града су показали да је регистрована енергија већа на небрањеној него на брањеној области што је у складу са нашим очекивањима. Међутим, примена t - и Mann Whithney теста на величине израчунате из података са градомерних плоча није могућа с обзиром да је низ кратак, те је за поуздану оцену резултата неопходан наставак овог експеримента бар за још 4 године. У циљу одређивања функција расподеле природног и вештачки модификованог пречника зрна града, такође је потребан продужетак експеримента да би се добио довољан број података. Сматрам да ће значај резултата оправдати наставак започетих мерења.

ЛИТЕРАТУРА

Vento D. 1976: The hailpad calibration for Italian hail damage documentation. J.Appl. Meteor. 15. 1018-1022

Vento D., Morgan G., 1980: A study of the directian of wind accompanying hail in Colorado, Illinois, Italy and Switzerland, and of windcaused variations of hailfall on an ultra-fine scale hailpad network containing obstacles to windflow, Papers presented at the third WMO scientific conference on weather modification, Clermont – Ferrand, France

Doras N.,Mezeix J.F., Admirat P. and Ronet J.P., 1979: Phiysical and stastistical concepts for the evaluation of a hail – modification experiment. Seventh conference on inadvertent and planed weather modification, Banff, Alberta, Canada, 190 – 192.

Lozowski E. P and Strong G. S.1978: On the calibration of hailpads, J. Appl. Meteor. 17. 521-528

Mezeix J.F., Waldvogel A. and Chassany J. 1981: Researrch of predictors and covariables of kinetic enorgy of hailfalls in Grossversuch IV. J. Appl. Meteor. 22, 755-762

Morgan G., Vento D. Mezeiy J. F. Admirat P. Federer B., Waldvogel A. Wojtiw L. and Wirth E., 1980; A comparison of hailfall intensity and spatial vairiability in the United States and Europe based on data from instrumented networks, Papers presented at the third WMO scientific conference on weather modification, 607-613.

Mezeix J. F. and Doras N. 1981: Varaous kinetic energy characterictic of hailpatterns in the Grossversuch IV experiment, J. Appl. Meteor. 20, 377-385

Szekely C. and Zoltan C. 1984: Indikator grada i mogucnosti njegove primene, Idöjaras,88, N°1 (prevod sa madjarskog)

Strong G. S., Davis W. A., 1980: An automated hailpad analysis system, Papers presented at the thzrd WMO scientific conference on weather modification, Clermont – Ferrand, France

Federer B. Waldvogel A., W.Schmid, Hampel F.,Schweingruber Stahel W. Mezeix J F. Doras N. and Vento D. 1981. First rezult of Grossversuch IV 755-762

Waldvogel A,. Federer B., 1980: On the truth af ground truth meansurements, Papers presented at tho third WMO scientific canference on weather modification, Clermont – Ferrand, France

Waldvogel A., Schmad W. and Federer B. 1978: The kinetic energy of hailfalls. Pat I: Hailstone sprectra. journal of Applied Meteorology, 17, 515-520

ПРЕОВЛАЂУЈУЋИ ПРАВАЦ КРЕТАЊА КОНВЕКТИВНЕ ОБЛАЧНОСТИ У ОДНОСУ НА ВИСИНСКИ ВЕТАР

Слободан Голубовић, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

Long term observations of the convective clouds movements over the territory of Serbia showed that most of these processes has a uniform directional movement. It is interesting to investigate the connection of convective cloudiness movement direction and the wind flow directions at 500, 700 and 850 mb.

Абстракт

Вишегодишње праћење премештања конвективне облачности изнад територије Србије показало је да већина ових процеса има уређено кретање. Интересантно је испитати везу правца премештања конвективне облачности и правца струјања на 500 ,700 и 850 мб. површинама.

Резиме

Вишегодишњим радарским осматрањем и праћењем конвективних облака у данима када је дејствовала одбрана од града, установљено је да већина њих има уређено кретање. Правилност у кретању изражена је, пре свега, код процеса који се крећу већом брзином. Анализа обухвата углавном конвективну облачност са овом карактеристиком. Ветар на висини дефинише струјање изнад неке области, те има утицај на правац премештања конвективне облачности. Циљ ове теме је налажење везе између правца струјања на изобарским нивоима 850, 700, 500 милибарском и правца кретања конвективне облачности у данима дејства одбране од града.

Сређивање података

Подаци на којима је вршена обрада везани су за календар дејства одбране од града за сезону 1997-у. Дани у којима је конвективна облачност имала мале брзине кретања, односно није била са јасно дефинисаним правцем премештања, нису узети у анализу. Класификовање података вршено је коришћењем руже ветра са 16 праваца. Сваком дану дејства са дефинисаним правцем премештања додељен је један од 16 праваца руже ветра. Правац премештања облачности наношен је на апсцису, а ветар на висини на ординатну осу графика. Подаци о ветру на висини за изабране датуме узети су из сондаже Београда за 1997 годину.

Статистика

Помоћу регресионе криве се на основу једне случајно промењиве **x** може нешто закључити о другој случајно промењивој **y** . Информација која се добија о тој другој случајно промењивој утолико је поузданија, у колико је чвршћа веза између две промењиве. Чврстина линеарне везе, мери се помоћу коефици-јента корелације ρ . Ако између **x** и **y** не постоји функционална зависност, $\rho=0$. Ако је $\rho=1$, значи да између **x** и **y** постоји линеарна функционална веза. За тачке(x_i , y_i) које показују тенденцију линеарности важи

$$y_i = \alpha x_i + \beta + \varepsilon_i$$

где ε_i представља одступање од линеарне функције $\alpha x + \beta$.

Парови (x_i , y_i) код линеарне регресије, у већој или мањој мери, имају тенденцију да се групишу око праве. У колико је дисперзија $D(\varepsilon_i) = \sigma^2$ већа, расипање тачака око праве $\alpha x + \beta$ је веће и обрнуто.

Проблем линеарне регресије састоји се у оцењивању параметара α , β, и σ^2 на основу парова (x_i , y_i) неке популације.

За линеарну функцију облика

$$y = ax + b$$

a и b су оцене параметара α и β и то

$$a = r\frac{Sy}{Sx} \qquad b = \bar{y} - a\bar{x}$$

где је r оцена параметра ρ , а Sx , Sy су оцене вредности стандардне девијације σ_x σ_y респективно.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$Sx^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right)$$

$$Sy^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)$$

$$r = \frac{n\sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]\cdot[n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Налажењем оцена параметара a и b добијамо једначину линеарне регресије парова(x_i , y_i).

У 1997-ој години било је 37 дана са дејством где су правци кретања конвективне облачности имали уређено кретање.

Промењивој x додељен је правац премештања конвективне облачности, а промењивој y правац ветра на 500 мб. површини.

Средње вредности,

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = 251.31$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = 244.97$$

дисперзија по x и y је

$$Sx^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) = 10590.41$$

$$Sy^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right) = 8035.80$$

коефицијент корелације

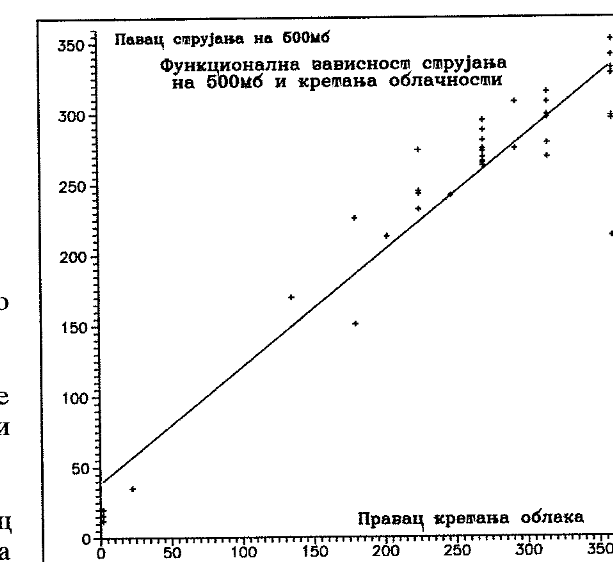
$$r = \frac{n\sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]\cdot[n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} = 0.94$$

параметри

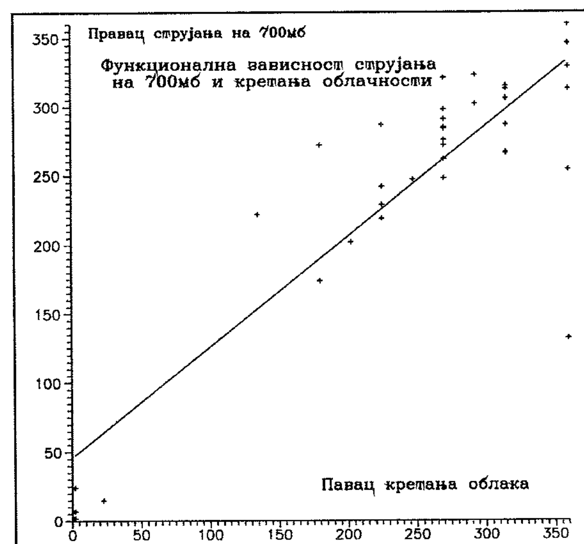
$$a = r\frac{Sy}{Sx} = 0.82 \qquad b = \bar{y} - a\bar{x} = 38.9$$

дакле, једначина регресије на 500 милиба-рској површини, као што је приказано на слици 1. има облик.

$$y = 0.82x + 38.9$$



Слика 1. Регресија на 500mb.



Слика 2. Регресија на 700 мб.

Статистички параметри за ниво 700 мб. су

$\bar{y} = 246.97$ $\quad \bar{x} = 251.34$ $\quad Sx^2 = 10590.41$

a=0.8 b=45.92 r=0.86 Sy^2=9093.92

једначина регресије на 700 милибарској површини, као што је приказано на слици 2. има облик.

$$y = 0.8x + 45.9$$

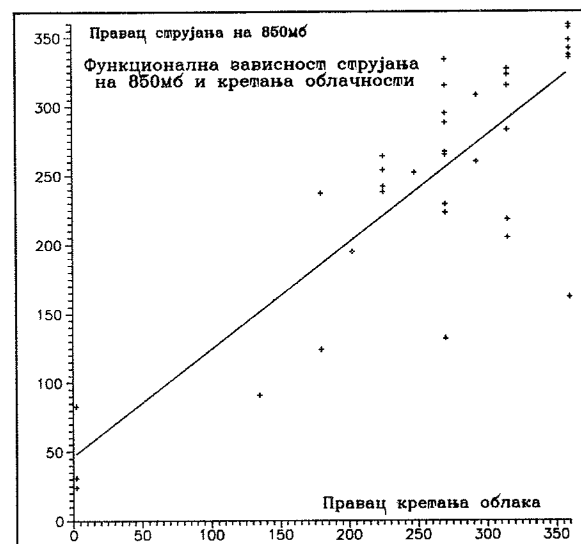
Статистички параметри за ниво 850 мб. и

једначина регресије на 850 милибарској површини, као што је приказано на слици 3. има облик

$\bar{y} = 246.17$ $\quad \bar{x} = 257.67$ $\quad Sx^2 = 9355.37$

$a = 0.77 \quad b = 47.76 \quad r = 0.82 \quad Sy^2 = 8244.31$

$$y = 0.77x + 47.8$$



Слика 3. Регресија на 850mb.

Закључак

Као што показује коефицијент корелације *r* линеарна веза најчвршћа је на 500 милибарској, а затим нешто мања на 700 и 850 милибарској површини.

То практично значи да за нестационарне процесе конвективног развоја са довољном сигурношћу можемо рећи да су у линеарној вези са правцима струјања на висини.

Литература

Вукадиновић, С. В., 1990.: Елементи теорије вероватноће и математичке статистике, *Привредни преглед, Београд*

МЕЗОАНАЛИЗА ПРИЗЕМНИХ ПОДАТАКА У ИЗРАЗИТО ГРАДОБИТНОМ ДАНУ

Нада Павловић Бердон
Марија Миладиновић

Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд Југославија

Abstract

In mesoanalisis we use the data from Main meteorological stations on the territory of Republic of Serbia for the one day with maximal activity of hail suppression during 1997. year. On the cartographic review we can se the process of instability, which cause with termodinamical changing in the atmosphere. This process follow a change of pressure, temperature and relatively humidity, which follows the fields of wind and precipitation

Абстракт

У мезоанализи су коришћени подаци са Главних метеоролошких станица на територији Републике Србије за један дан са најинтензивнијим дејствима Система одбране од града у току 1997. године. На картографским приказима се прати процес настанка нестабилности, условљен термодинамичким променама у атмосфери, преко промена притиска, температуре и влаге, што прате поља ветра и падавина.

1. УВОД

Циљ рада је да се у данима са јаким развојем конвективне облачности, анализирају приземна поља температуре, притиска и влажности и упореде, у којој мери су временски и просторно те промене сагласне са променама на висини. За картографски приказ ова три метеоролошка елемента, коришћен је метод сукцесивне корекције, који је изабран на основу резултата у раду Т. Каракостаса и О. Какалиагона (1991. г.), као најбољи за овакву анализу. Као пример анализиран је један датум са најинтензивнијим дејством у току 1997. године. Детаљно је приказан развој времена у току 21. 05. 1997. године, и дати су картографски прикази поља три поменута метеоролошка елемента.

2. ОБРАДА ПОДАТАКА И АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

У мезоанализи су коришћени подаци са Главних метеорлошких станица на територији Републике Србије. На основу сатних разлика вредности притиска, температуре и релативне влажности сваке станице понаособ, добијене су тенденције поменутих величина, које су графички приказане на картама.

2.1. АНАЛИЗА ВРЕМЕНА НА ДАН 21.05.1997. г.

Због јаког развоја конвективних облака на дан 21. 05.1997. године, анализирана су поља промена притиска, температуре и влажности у терминима од 13 -21 сати по СЕВ-у (Слике од 1. до 24.). Према развоју синоптичке ситуације на дан 21.05.1997. године, дошло је до продубљивања долине која се од Скандинавског полуострва пружала преко западне Немачке и источне Француске све до Средоземног мора. Ова дубока долина на 500 mb-ском нивоу је условљавала прилив влажног и хладнијег ваздуха, који је у југозападној струји долазио на наше подручје.

У приземљу је центар јаке циклонске активности био на граници Чешке и Мађарске, а подручје Југославије је било у топлом сектору

овог циклона. Фронт се са севера спуштао према нашој земљи, тако да је према синоптичкој карти Србије у термину од 12,00 сати заузимао следећи положај: Лозница, Београд, Сремски Карловци, Вршац. У темину од 18,00 сати фронт се преместио на линију: Златибор, Ивањица, Копаоник, Куршумлија, Лесковац. У зони фронта је био јак конвективни развој праћен грмљавинским непогодама. Према ранијим анализама (Павловић, 1978.г.) познато је да се јака конвекција јавља управо у случајевима дубоких долина, као што се и овде потврђује.

2.1.1 ПРОМЕНА ПРИТИСКА

На Сликама од 1.- 8. приказане су промене притиска у периоду од 13 до 21 сат. Будући да се метеоролока мерења не врше по летњем рачунању времена, када те податке упоредимо са дејствима одбране од града и развојем конвективне облачности, времена метеоролошких осматрања се при анализама посматрају померено 1 сат уназад. Између 13 и 14 сати (Слика 1.), максималан раст притиска од 0,4 mb забележен је у Ћуприји, а максималан пад од 1 mb у Крушевцу и Нишу што указује на 2 центра циркулације, који су уз огроман пораст влажности од +43% са центром у Смедеревској Паланци и минимумом у Нишу од - 5% (Слика 17.), изазвали конвекцију са најачим интензитетом изнад Крагујевца, где долази до пада температуре од - 8,4° С у току 1 сата (Слика 9). На местима где се највеће промене ове три величине поклапају долази до поремећаја стабилности по вертикали и до развоја конвективних облака.Између 14 и 15 сати (Слика 2.), притисак изнад Ћуприје пада за 0,6 mb, а изнад Ниша за 0,4 mb и долази до уравнавања поља притиска изнад Србије, што се још више наставља у следећем терину (Слика 3.).На Слици 4. се види да у термину између 16 и 17 сати, притисак поново расте за 0,7 mb изнад Ћуприје. У периоду између 17 и 18 сати (Слика5.), притисак нагло расте изнад Ваљева, што условљава нови талас конветивних развоја који се пружа од северозапада ка југоистоку (обухвата Радарске центре Ваљево, Крушевац и Ниш) и то се види у термину 19-18 сати на Слици 6. На Слици 7. се види најава трећег таласа дејства који обухвата Радарске центре Ваљево, Букуљу, Бешњају и Крушевац. Овде је поремећај попримио веће размере и формирана су 4 центра циркулације и то изнад Ваљева, Крагујевца (- 0,2 mb), Краљева (+1,6 mb) и Ниша (- 0,4 mb). Максималан пораст влажности је поново у Крагујевцу + 34% (Слика 23.), где је и највећи пад температуре - 4,4°C (Слика 15).

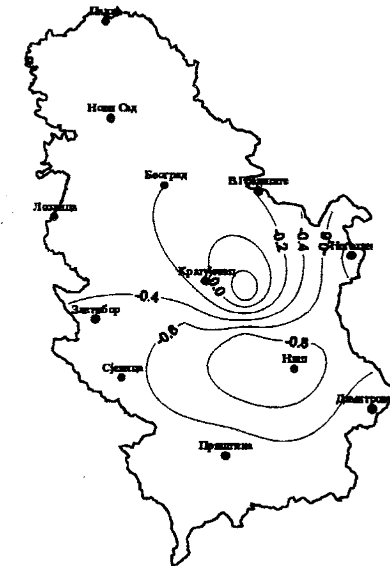
2.1.2 АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРЕ

У свим овим анализама поље температуре има најизраженије промене и најнестабилније је. На Слици 9. која приказује разлику температура од 14 и 13 сати јавља се пад температуре у виду пада од - 8,4°C са центром у Крагујевцу. Дејство на кумулонимбусе је спроведено између 14,05 и 15,05 сати. Између 14 и 15 сати формирају се два центра циркулације температуре на тлу и на линији раздвајања долази до вертикалног уздизања ваздуха (Слика 10.). Између 15 и 16 сати (Слика 11.) поље нестабилности се премешта у правцу Неготинске крајине, где дејство траје од 15,32 до 16,50 сати (дејствују Црни Врх и Ниш). Између 16 и 17 сати, као што се види на Слици 12. центар поља са падом температуре од - 2,9°C је изнад Ваљева, где се дејствује од 17,00 до 20,08 сати. Центар пада температуре се премешта од запада ка истоку и тако се развија и конвекција у другом таласу дејства тога дана. Наиме, цео фронтални систем се премешта од севера ка југу, а конвективне ћелије се развијају на десној страни и премештају на леву, као по већ познатим шемама развоја вишећелијских конвективних облака.У термину од 17 до 18 сати (Слика 13.), пад температуре се повећава изнад Ваљева и износи - 6,9° С . У следећем термину (Слика 14.) поље температуре се разбија на више центара са максималним падом од - 3,1°C изнад Зајечара, док се у термину од 20 сати (Слика 15.) максималан пад од - 4,4°C опет јавља изнад Крагујевца.

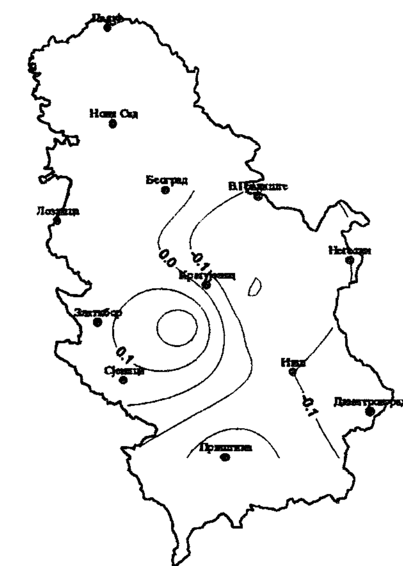
2.1.3 АЛИЗА РЕЛАТИВНЕ ВЛАЖНОСТИ

У периоду између 14 и 15 сати (Слика 18.) долази до промене конфигурације релативне влажности, тако да се формирају 3 центра, и то око Крагујевца (- 27%), Смедеревске Паланке (+ 40%) и Крушевца (+14%). У термину 16 - 15 сати (Слика 19.) релативна влажност има највећи пад око Крагујевца и Ћуприје и то - 15%. У следећем термину, тј. до 17 сати релативна влажност се уједначава и расте максимално до + 8% (у Смедеревској Паланци). Између 17 и 18 часива (Слика 21.) влажност нагло расте у подручју Ваљева и то чак до + 45%, што ствара нови центар за конвективни развој и већ у следећем сату (Слика 22.) се премешта у правцу Крагујевца (пораст од + 53%), где се такав распоред задржава све до 20 сати (Слика 23). У 21 сат (Слика 24.)

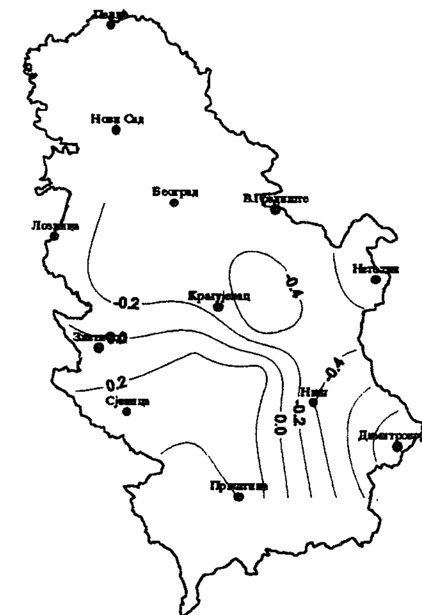
Слика 1. Промене притиска P(14-13h)mb 21.05.1997.



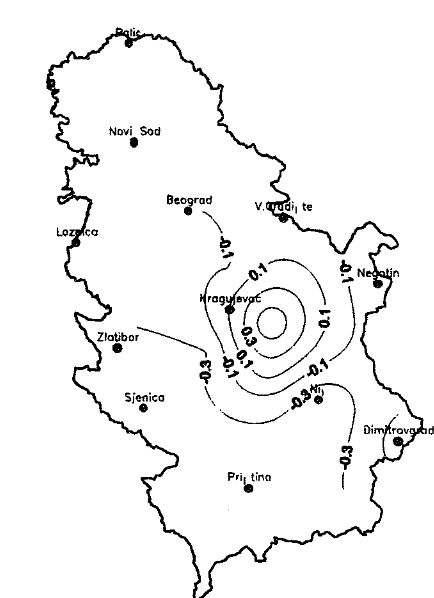
Слика 3. Промене притиска P(16-15h)mb 21.05.1997.



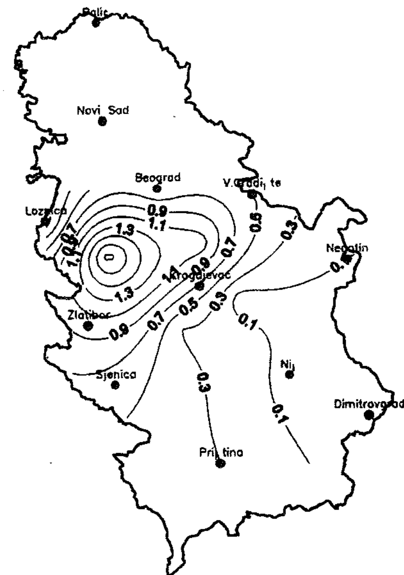
Слика 2. Промене притиска P(15-14h)mb 21.05.1997.



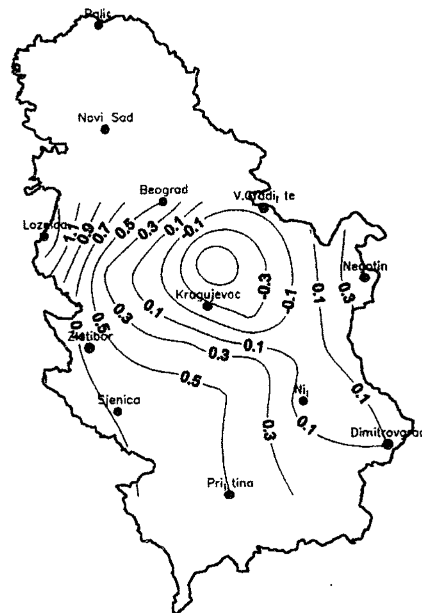
Слика 4. Промене притиска P(17-16h)mb 21.05.1997.



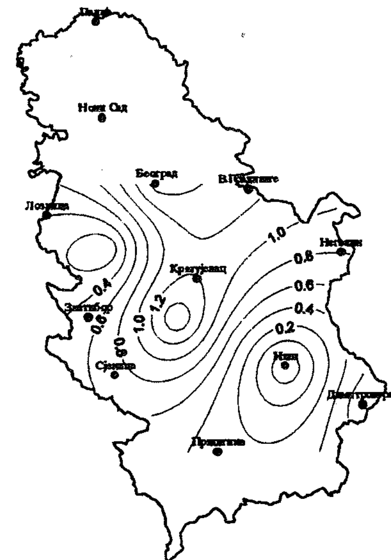
Слика 5. Промене притиска P(18-17h)mb
21.05.1997.



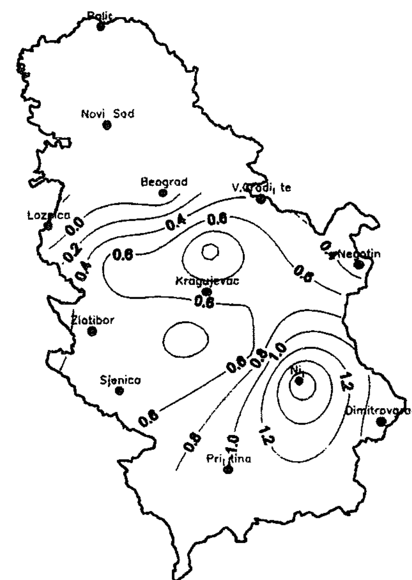
Слика 6. Промене притиска P(19-18h)mb
21.05.1997.



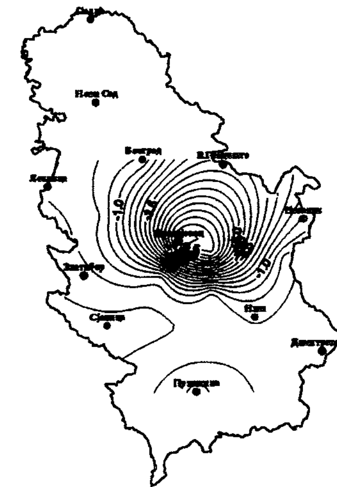
Слика 7. Промене притиска P(20-19h)mb
21.05.1997.



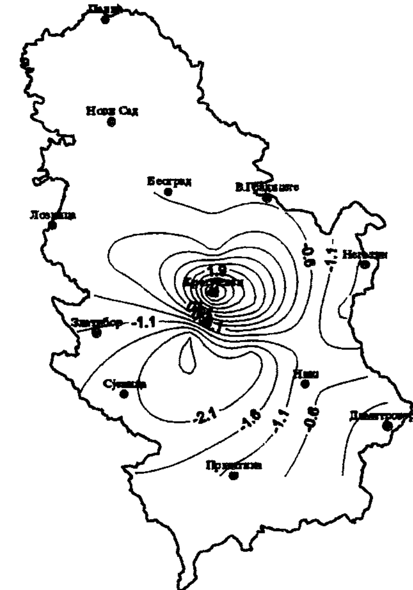
Слика 8. Промене притиска P(21-20h)mb
21.05.1997.



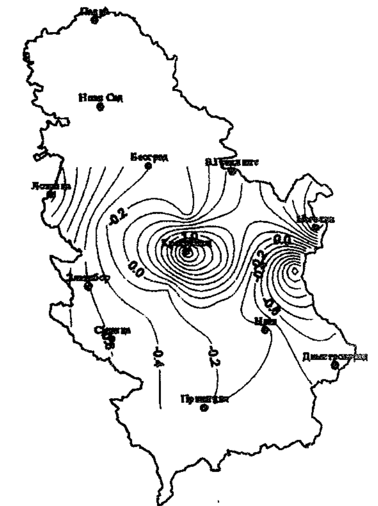
Слика 9. Промене температуре
T(14-13h) °C
21.05.1997.



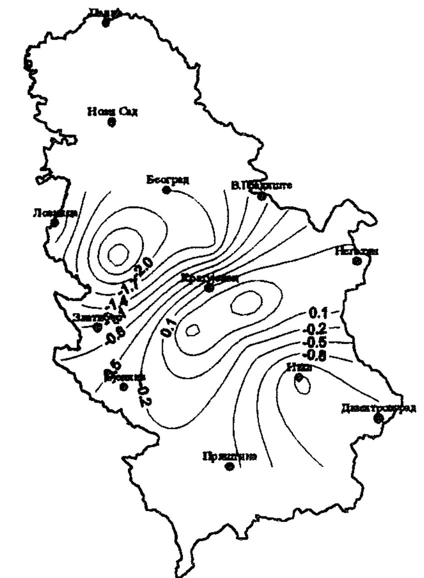
Слика 10. Промене температуре
T(15-14h) °C
21.05.1997.



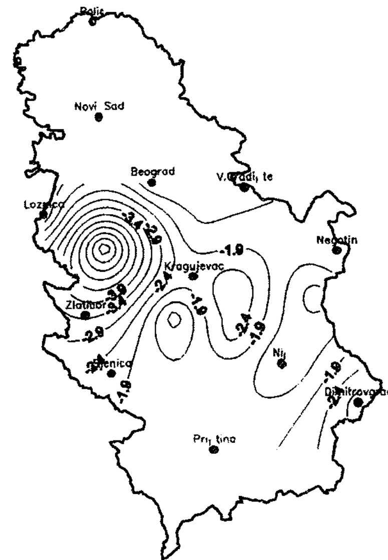
Слика 11. Промене температуре
T(16-15h) °C
21.05.1997.



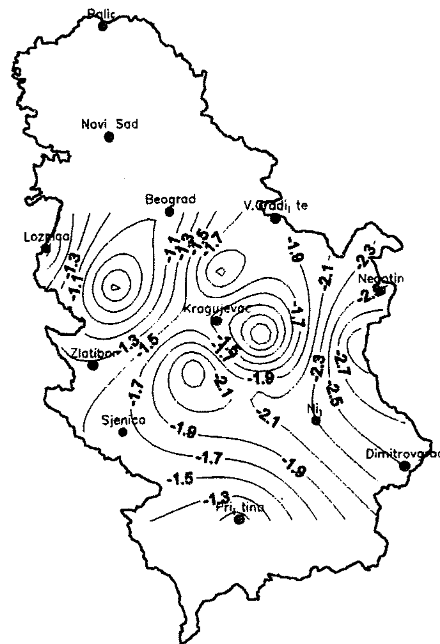
Слика 12. Промене температуре
T(17-16h) °C
21.05.1997.



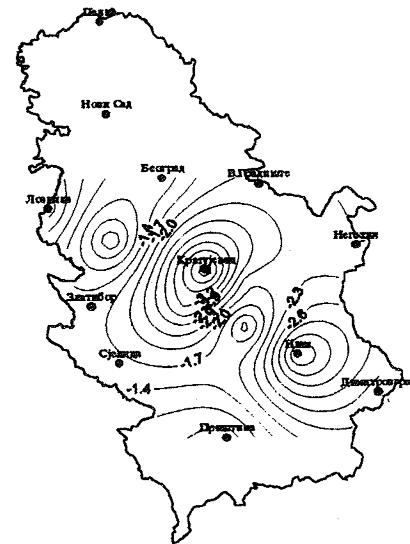
Слика 13. Промене температуре T(18-17h) °C 21.05.1997.



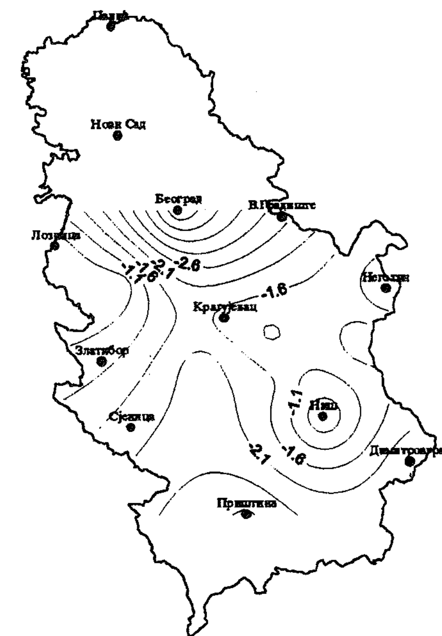
Слика 14. Промене температуре T(19-18h) °C 21.05.1997.



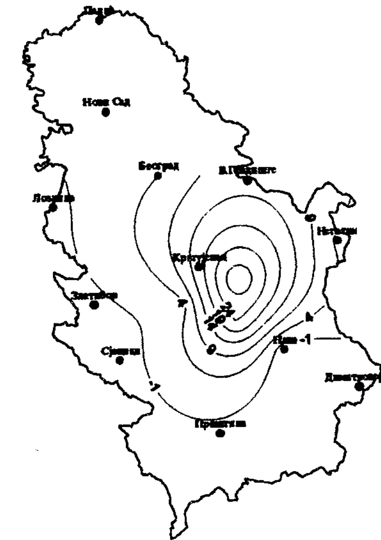
Слика 15. Промене температуре T(20-19h) °C 21.05.1997.



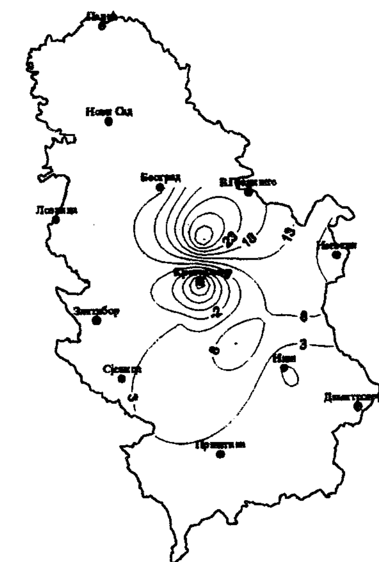
Слика 16. Промене температуре T(21-20h) °C 21.05.1997.



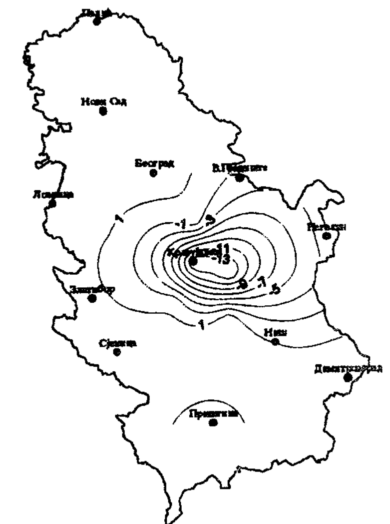
Слика 17. Промене релативне влажности R (14-13h)% 21.05.1997.



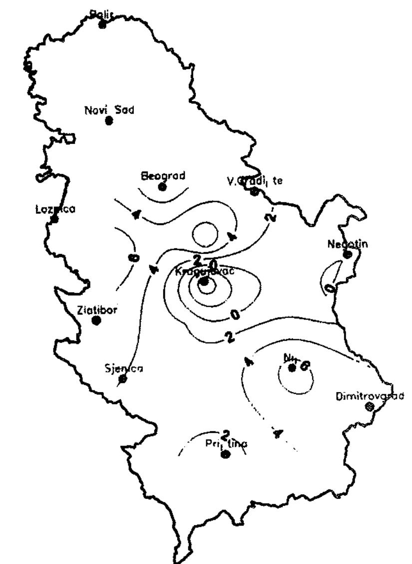
Слика 18. Промене релативне влажности R (15-14h)% 21.05.1997.



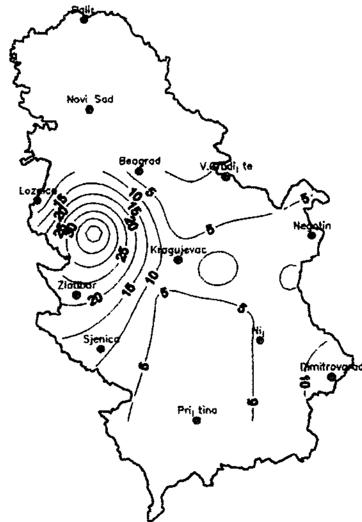
Слика 19. Промене релативне влажности R (16-15h)% 21.05.1997.



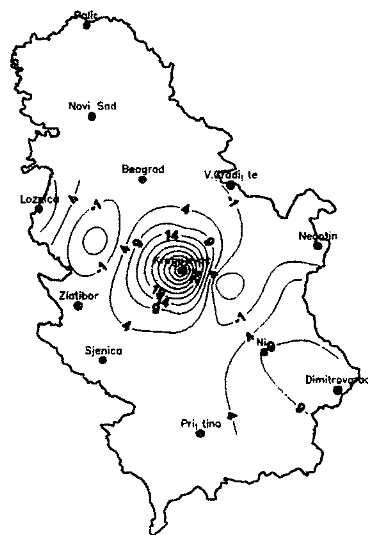
Слика 20. Промене релативне влажности R (17-16h)% 21.05.1997.



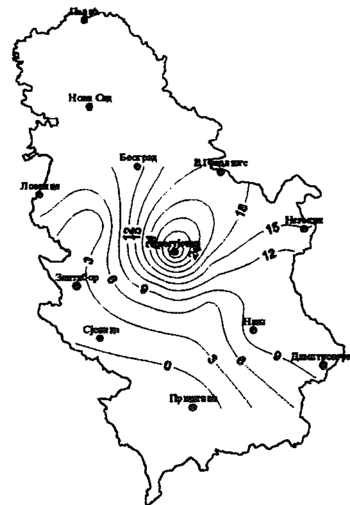
Слика 21. Промене релативне влажности R (18-17h)% 21.05.1997.



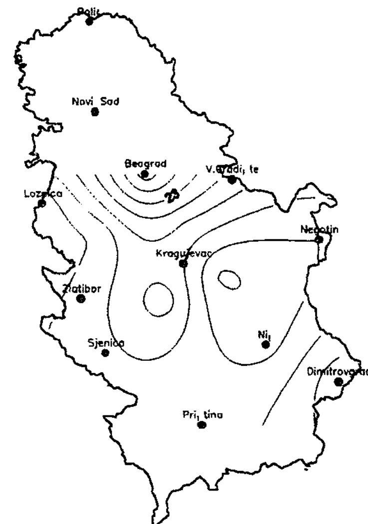
Слика 22. Промене релативне влажности R (19-18h)% 21.05.1997.



Слика 23. Промене релативне влажности R (20-19h)% 21.05.1997.



Слика 24. Промене релативне влажности R (21-20h)% 21.05.1997.



промене су много блаже и уједначене на целој територији Србије.

ЗАКЉУЧАК

На основу урађених анализа о дејствима система одбране од града и претходно описаној мезоанализи, може се констатовати, да је на дан 21.05.1997. године, на територији Србије дејствовало 6 Радарских центара у 3 таласа дејства. Дејства су трајала од 14,05 до 21,56 сати са прекидима. Тада је са 224 противградне станице испаљено 927 противградних ракета. Висине врхова облака су достизале 15 km, интензитети радарске рефлексивности су прелазили 50 dB, а забележени су оркански ветрови брзине преко 100 km/h. Када се упореде сатне промене температуре, притиска и валжности из термина у термин, најбоља илустрација ћелијске структуре конвекције у приземљу, добија се преко промене температура, затим влажности, а најблаже је то изражено преко промене притиска. Највеће промене температуре се у потпуности поклапају (временски и просторно) са најинтензивнијим развојима конвективних ћелија. Промене релативне влажности, повезане су са најинтензивнијим чврстим и течним падавинама, такође просторно и временски. Из анализираних података може се закључити да се у областима поклапања центара пада или раста притиска и температуре, стварају динамички услови за настанак конвективних облака са кишом, пљусковима и градом.

ЛИТЕРАТУРА

Karacostas T. and Kakaliagon O, 1991 : Objective analysis schemes and their applications to hail mesurement network in the Greek NHSP, Mavrovo .

Pavlović N. 1984 : Infuence of the northwest front penetrations to the hail suppression activities, 18. ICAM, Opatija .

Павловић Н 1978 : Приказ синоптичких ситуација, које су условиле обимна дејства противградне заштите, СОАЕН, Аранђеловац .

ЗНАЧАЈ МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ

ПРОСТОРНА РАСПОДЕЛА СУМА ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУРА КАО ОСНОВ ЗА РАЦИОНАЛНО ГАЈЕЊЕ ОЗИМЕ ПШЕНИЦЕ И КУКУРУЗА НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Мр Добривоје Живковић
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд

Abstract

On the basis of long range data, the spatial temperature sums distribution for the territory of Serbia is given in this paper. The temperature sums above 5°C determining the growth of winter wheat are choosen as well as the temperature sums above 10° C determining the maize production, two cultivations being the most important ones for our agricultural production. On the basis of the average sums above 5°C occuring in autumn period of wheat vegetation, the spatial distribution of the last and safe dates of wheat seeding this crop in our conditions is given. On the basis of the spatial temperature distribution above 10°C, the optimal spatial distribution of maize cross-breed growth of certain FAO maturity groups on the territory of Serbia is given as well. The objective of all these data concerns the optimal regionalization and highest economic benefits and and profitability for the growth of these crops covering mor than 80% of oll sawn areas in Serbija.

Абстракт

За територију Републике Србије дата је просторна расподела сума температура на основу вишегодишњих података. Одабране су суме температура изнад 5°C, које детерминишу гајење озиме пшенице, и суме температура изнад 10 °C, које одређују гајење кукуруза, као две пољске културе које су најзначајније за наш аграр. На основу просечних сума изнад 5°C у јесењем делу вегетације пшенице дат је просторни распоред задњих, сигурних, датума сетве ове културе код нас. И на основу просторних расподела температура изнад 10 °C одређен је оптимални просторни распоред гајења хибрида кукуруза одређених ФАО група зрења на територији Републике. Све ово има за циљ оптималну реонизацију и што већу економичност и рентабилност гајења ових култура, које заузимају преко 80 % сетвене, њивске површине Републике.

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Озима пшеница и кукуруз су најзаступљеније пољопривредне културе које се гаје на територији Републике. Просечне засејане површине од око 2.5 милиона хектара под кукурузом и око 850.000 хектара под озимом пшеницом чине сваке године преко 80 % укупно засејаних њивских површина, ангажујући значајна финансијска средства за остваривање њихове производње. Свака уштеда и малог процента тих средстава значи значајна средства која се могу искористити за друге намене у аграру или у пратећој производњи за аграр.

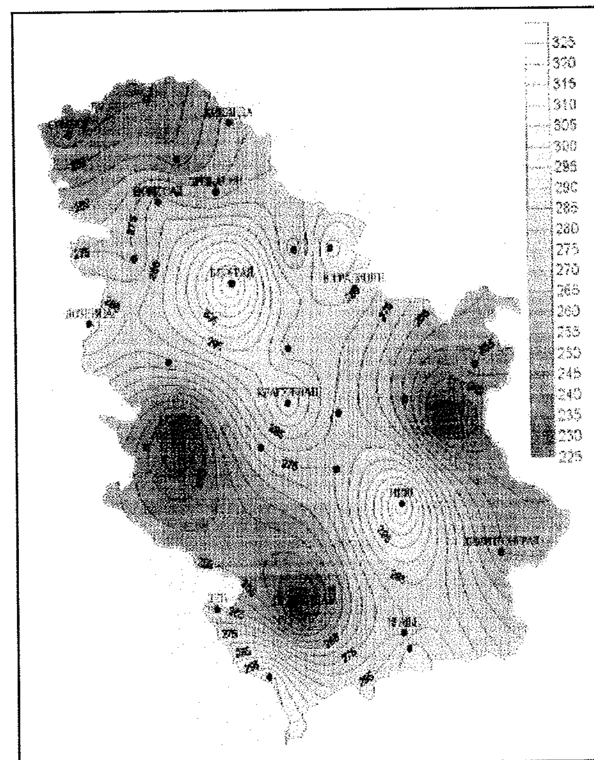
Циљ овог рада је да пружи слику топлотног режима који влада на територији Републике, као и просторну расподелу топлотног режима преко сума температура које просечно долазе на ову територију и која ће, преко животних процеса биљака, бити трансформисана у одређену величину приноса ових култура. Територија Републике, иако условно заузима мали део простора Европе и планете, има велике разлике у количинама остварене топлотне енергије коју примају одређени делови Републике, условљени рељефом, експозицијом, педолошким и другим чиниоцима.

У раду су анализиране суме биолошки активних температура преко просечних 30-годишњих осматрања у мрежи ГМС које су до

надморске висине до 600 м, односно у висинској зони интензивне пољопривредне производње. Зоне које су приказане картама са већим просечним оствареним сумама ефективних температура пружају потенцијалну могућност гајења генома дуже вегетације, тиме и могућност остваривања већег приноса при истим условима спољне средине и нивоа агротехнике.

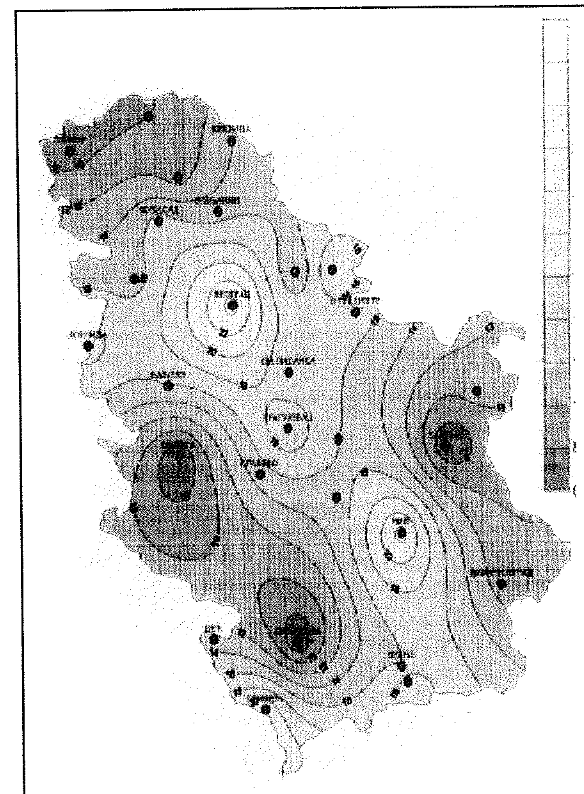
2. СУМЕ ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУРА (ПРЕКО 5 °C) У ЈЕСЕЊЕМ ПЕРИОДУ (ОКТОБАР-НОВЕМБАР) НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ

Правилним датумом сетве озиме пшенице током октобра мора се омогућити да биљке никну и довољно се развију и припреме за презимљавање, у периоду (до краја новембра) док просечно имамо појаву ових температура. Просечно за територију Републике (Карта 1) остварује се сума температура преко 5 °C од 273 °C, са распоном од 227 °C (Зајечар) до 328 °C (Београд).



Карта 1. Просторна расподела просечних сума ефективних температура >5°C у периоду октобар - новембар на тер. Србији

Знајући потребе за процесе ницања пшенице (око 50 °C) и процесе укорењавања до стања почетног бокорења (још 180 °C) када су биљке довољно припремљене за презимљавање дата је (Карта 2) просторна расподела оптималних датума сетве ове културе током октобра, како би се биљке потребно припремиле за мировање. Свако одступање од тих датума сетви значи слабију предзимску припрему биљака као и надокнаду недостајућег развоја у пролетњем периоду. Преношење јесење вегетације у пролећни део значи сабијање фаза раста и развића током пролећа, што ће резултирати мањим приносом. Оптимални датуми сетве током октобра, према могућим топлотним сумама, крећу се од 6. октобра (Зајечар, Пожега, Приштина) па до 25. октобра (Београдски крај).

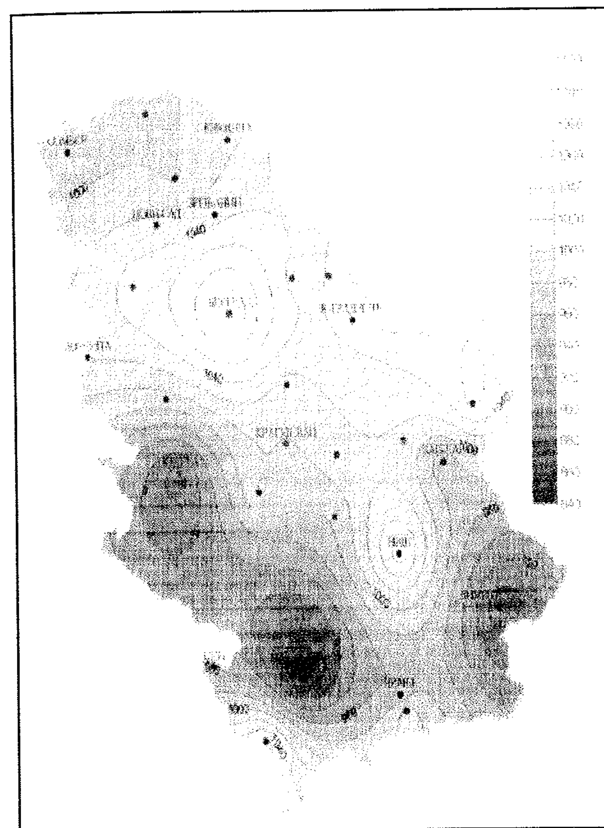


Карта 2. Оптимални датуми сетве озиме пшенице током октобра на тер. Србије

3. СУМЕ ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУРА (ПРЕКО 5 °C) У ПРОЛЕЋНОМ (МАРТ-ЈУНИ) ДЕЛУ ВЕГЕТАЦИЈЕ ПШЕНИЦЕ

На Карти 3. дате су просечно могуће суме температура (преко 5 °C) које се остварују од датума њихове појаве (14. марта) па до краја јуна месеца. Та сума варира од 848 °C (Приштина) до 1.126 °C (Београд) просечно 998 °C. За пролећну вегетацију пшенице до фазе пуне зрелости потребно је око 850°C. Хладнији предели (према Карти) су на граници тражене суме и ту се строго морају поштовати датуми

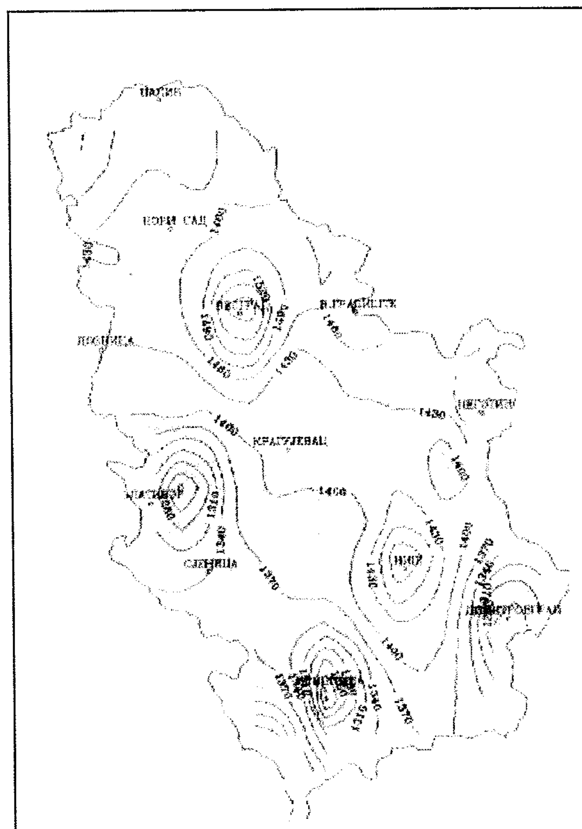
сетве ујесен, док топлији крајеви имају могућност дела надокнаде пропуштене јесење вегетације услед касније сетве.



Карта 3. *Просторна расподела просечних сума ефективних температура >5°C у периоду март - јуни на тер Србији*

4. СУМЕ ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУРА (ПРЕКО 10 °C) У ПЕРИОДУ ПУНЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ (АПРИЛ-СЕПТЕМБАР) НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ

У топлом делу године просечно се оствари око 1.402 °C ефективних температура преко 10 °C, а које омогућавају вегетацију термофилних култура, где спада и кукуруз. Амплитуда варирања суме ових температура на територији Републике је изузетно велика, око 452 °C, од места са најмањом могућом сумом у Приштини (1.169 °C) до места са просечно највећом сумом ових температура у Београду (1.621 °C). На Карти 4. дата је просторна расподела ових температура на територији Републике.

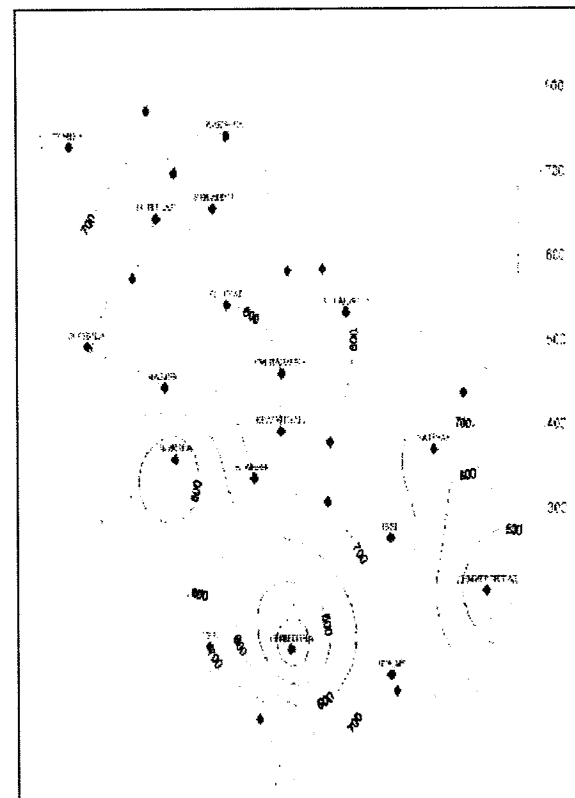


Карта 4. Просторна расподела просечних сума ефективних температура >10°C у периоду април - септембар у Србији

Кукуруз је хибридна биљка са одређеним (фиксираним) геномом, тако да су хибриди по дужини вегетације од ницања до пуне зрелости уврштени у 10 ФАО група са разликама у доспевању од око 8 дана. Наш климат омогућава гајење хибрида до ФАО групе 8, према просечно могућим сумама ефективних температура (већих од 10 °C) које се остварују.

Према просечно оствареним сумама температура дата је на Карти 5. просторна расподела гајења одређених хибрида кукуруза, од најхладнијих места која омогућавају нормалну вегетацију хибрида ФАО групе 300 до најтоплијих места где се могу гајити хибриди дуже вегетације, до ФАО групе 800.

Гајењем хибрида дуже вегетације у хладнијим крајевима улази се у свестан ризик успеха коначног остваривања планираног приноса ове културе. Недостајућа топлотна енергија неког хладнијег подручја не може бити анулирана другим чиниоцима гајења нити појачаном



Карта 5. Оптимална подручја гајења кукуруза одређених ФАО група на тер. Србије

агротехником. Стога треба у систем гајења ове културе узимати хибриде који могу оптимално искористити локалне услове при нормалном нивоу примењене агротехнике.

5. ЗАКЉУЧЦИ

.Код гајења озиме пшенице поштовати оптимално дате датуме сетве, како би ова култура нормално прошла све своје фазе раста и развића, до коначне зрелости.

2. И код гајења кукуруза поштовати просторну расподелу оптималних зона гајења хибрида одређене дужине вегетације, како би и ова култура дала оптималан и најрентабилнији коначни принос.

3. Дате просторне расподеле сума одређених ефективних температура показују значајну локалну разлику на територији наше Републике, о чему треба водити рачуна код избора сорти и хибрида, и система њиховог гајења.

КОРИШЋЕЊЕ ОПЕРАТИВНИХ АГРОМЕТЕОРОЛОШКИХ ИНФОРМАЦИЈА ЗА ПРОЦЕНУ ВОДНОГ БИЛАНСА ПОЉОПРИВРЕДНИХ КУЛТУРА

Петар Спасов, дипл.мет., Славица Радовановић, дипл.инж.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, Београд, Југославија

Abstract

Daily collection and data processing from the network of the principle meteorological stations in Serbia enable a calculation and analysis of water balance for the main agricultural crops (wheat, maize, soya bean, sugar beat, etc) concerning daily, weekly and 10-days period. This type of agrometeorological information represent a basis for the estimation of agricultural crop conditions during a vegetation season, application of corresponding melioration measures, as well as the estimation of expected yield in every productional region in Serbia. The typical examples of calculating the soil water balance on the basis of daily and decade sequences of relevant data are given. A high correlation between cumulative water balance index (I) from the FAO model and performed yield has been established.

Абстракт

Дневно прикупљање и обрада података из мреже главних метеоролошких станица републике Србије омогућава да се врши обрачун и анализа водног биланса главних пољопривредних култура (пшеница, кукуруз, соја, шећерна репа, ...) у дневним, недељним, 10-дневним периодима,... Овај вид агрометеоролошких информација чини основу за оцену стања пољопривредних култура током вегетационе сезоне, примену одговарајућих мелиорационих мера, као и процену очекиваних приноса у сваком производном рејону Републике. Дати су карактеристични примери обрачуна водног биланса земљишта на бази дневних и декадних низова релевантних података. Утврђена је висока корелациона веза кумулативног индекса водног биланса (I), добијен применом ФАО модела, са оствареним приносима.

1. УВОД

Постојећи оперативни систем праћења (мониторинга) климе у оквиру метеоролошке службе Србије, са дневним прикупљањем, контролом и обрадом климатолошких и агрометеоролошких података и развој банке историјских и текућих података измерених у мрежи метеоролошких станица, има великог значаја како за бржи развој метеоролошке делатности, тако и за ефикаснију примену података и информација о времену и клими у различитим привредним гранама, а посебно у пољопривреди која непосредно зависи од временских и климатских услова.

Табеларни преглед (таб.1) илуструје широк спектар грана у области пољопривреде где се метеоролошки подаци могу користити у реалном времену, наглашавајући при том који су подаци неопходни а који пожељни ако су на располагању. Почев од интеграције температуре, преко величине потенцијалне и стварне евапо-транспирације, топлотног и водног биланса пољопривредних култура, затим заштите биља од биљних болести и штеточина, па до процене приноса и квалитета, метеоролошки подаци и изведени продукти налазе широку примену у пољопривредној пракси.

Таб.1. МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ ЗА ПОЉОПРИВРЕДУ

A- ИНТЕГРАЦИЈА ТЕМПЕРАТУРЕ: степен-дан или степен-час
B- ПОТЕНЦИЈАЛНА ЕВАПОРАЦИЈА, mm
C- ПОТЕНЦИЈАЛНА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА, Penman
D- ЕВПОТРАНСПИРАЦИЈА У СТАКЛЕНИЦИМА И ПЛАСТЕНИЦИМА
E- РЕАЛНА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА, Метод енергетског биланса
F- РЕАЛНА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА, Аеродинамички-профилни метод
G- ВОДНИ БИЛАНС ПОЉОПРИВРЕДНИХ КУЛТУРА
H- ПОМОЋ У НАВОДЊАВАЊУ
I- ПРОЦЕНА ПРИНОСА И КВАЛИТЕТА
J- ПОМОЋ У ОЦЕНИ ЕРОЗИЈЕ
K- ЗАШТИТА ОД ГРАДА
L- ЗАШТИТА ОД МРАЗА
M- ШТЕТНИ ИНСЕКТИ (развој и симулација)
N- ГЉИВИЧНА ОБОЉЕЊА (развој и симулација)
O- МИКРОМЕТЕОРОЛОГИЈА

ИЗМЕРЕНИ ИЛИ РЕГИСТРОВАНИ ПОДАЦИ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
ИЗЛАЗНЕ КОМБИНАЦИЈЕ							B+C+E +F	G	A+ G				A		
ДАН И ЧАС	*								*					*	
ВАЗДУШНИ ПРИТИСАК															
СРЕД. ТЕМП. ВАЗДУХА	*		*		*	*			*		*	*	*	*	
МИН. ТЕМП. ВАЗДУХА	o								*			*			
МАКС. ТЕМП. ВАЗДУХА	o								*						
МИН. НА 5 cm ИЗНАД ТЛА												*		*	
ТЕМПЕРАТУРА ЗЕМЉИШТА	*								*						
РЕЛ.АТИВНА ВЛАЖ. ВАЗДУХА			o		o	o					*	o		*	
ТЕМП. МОКРОГ ТЕРМОМЕТРА			*		*	*						*		o	
БРЗИНА ВЕТРА			*			*					*	*			
ПРАВАЦ ВЕТРА											*	*			
ВЕРТИКАЛНА БРЗИНА ВЕТРА															
КОЛИЧИНА ПАДАВИНА							*		*	*	*			*	
ТРАЈАЊЕ ПАДАВИНА									*	*	*			*	
ИНТЕНЗИТЕТ ПАДАВИНА							o		*	*	*				
ЕВАПОРАЦИЈА (ПОВРШИНА ВОДЕ)		*													
ТРАЈАЊЕ ОСУНЧАВАЊА			o	o	o										
ГЛОБАЛНА РАДИЈАЦИЈА			o	*	o				*						
НЕТО РАДИЈАЦИЈА			*		*							o			
ФОТОСИНТЕТ. АКТИВНА РАДИЈАЦИЈА (FAR)															
ТОПЛОТНИ ФЛУКС У ЗЕМ./ВАЗД.					*										
ТРАЈАЊЕ ВЛАЖ. ЛИШЋА														*	
ВОДНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ЗЕМ.								o							
КВАЛИТЕТ ВОДЕ (pH, сланост)								*							
ПОЛУТАНТИ (у вазд. и води)															
ДОДАТНИ ПОДАЦИ															
ОСМАТРАЊА ВРЕМЕНА															
СТАЊЕ КУЛТУРА							*	*	*	*	o	*	*	*	
ПОЉОПРИВРЕДНА ПРАКСА															
ТИПОВИ ЗЕМЉИШТА															

* - НЕОПХОДНИ ПОДАЦИ
o - КОРИСНИ ПОДАЦИ

Анализа климатских услова, а посебно режима падавина на подручју Србије, указује на значајне промене регистроване током последњих деценија:

- уочено је ширење и померање области са просечном годишњом сумом падавина од 600 mm према југу и југозападу,
- падавине током зимског периода често не обезбеђују довољне резерве воде у земљишту,
- дефицит падавина током вегетационе сезоне постаје све израженији.

Ове чињенице потенцирају значај перманентног праћења свих релевантних елемената водног биланса, који чине основу за оцену стања пољопривредних култура током вегетационог периода, примену одговарајућих мелиорационих мера, као и процену очекиваних приноса у сваком производном подручју Републике. Стога је предмет овог рада дневна и 10-дневна процена и анализа водног биланса значајнијих пољопривредних култура на локалном и регионалном нивоу.

2. МЕТОДЕ РАДА

Промене резерве воде (Δm) површинског слоја земљишта рачунате су применом једначине водног биланса (Kunkel, 1990):

$$\Delta m(d) / \Delta t = P - ET - O - D,$$

где је: m(d) - резерва воде у површинском слоју земљишта дебљине d, P - падавине (mm), ET - евапотранспирација (mm), O - отицај, D - процеђивање (дренажа) у дубље слојеве, а Δt - интервал времена (дан, декада).

У оквиру FAO, развијен је модел за агрометеоролошки мониторинг и прогнозу приноса (Frere i Popov, 1979), који се огледа у праћењу водног биланса (у 10-дневним интервалима) и стреса који биљке трпе услед појаве недостатка воде. Овакав поступак подразумева утврђивање кумулативног индекса (I), који на старту има вредност I=100 %, а током вегетационе сезоне остаје исти или се смањује, у зависности од тога да ли резерве воде у земљишту задовољавају потребе биљака или је наступио дефицит. Утврђени дефицит воде, у било којој декади, изражава се у процентима од укупних захтева испитиваног усева за читав вегетациони период, а добијена вредност се одузима од вредности индекса I из претходне декаде. Обрачун I се врши до краја вегетационе сезоне када добијена вредност изражава кумулативни утицај, одн. проценат задовољења укупних потреба за водом. Последња вредност I обично је високо корелисана са оствареним приносом дате културе, осим ако утицаји других фактора нису били израженији (болести и штеточине, јаки ветрови, град, ...).

Обрачун евапотранспирације (PETk) при повољним условима влажности земљишта, која је неопходна за правилно одређивање дефицита воде, извршен је применом концепта о референтној евапотранспирацији (Er) и коефицијената културе (Kk). У оригиналном моделу FAO, Er је рачуната методом Penman-a. Овде је примењен знатно једноставнији метод који су наши аутори (Вучић,1971, Драговић,1976, Бошњак, 1983) развили на бази експерименталних истраживања при оптималним условима влажности и плодности земљишта.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Практична примена модела водног биланса захтева да се на почетку вегетационог периода одреди расположива резерва воде у земљишту (m(t=0)), најбоље директним мерењем (гравиметријском, неутронском или другом методом) или да се изврши, што је најчешћи случај, процена на основу режима падавина у претходном периоду и водно-физичких особина земљишта.

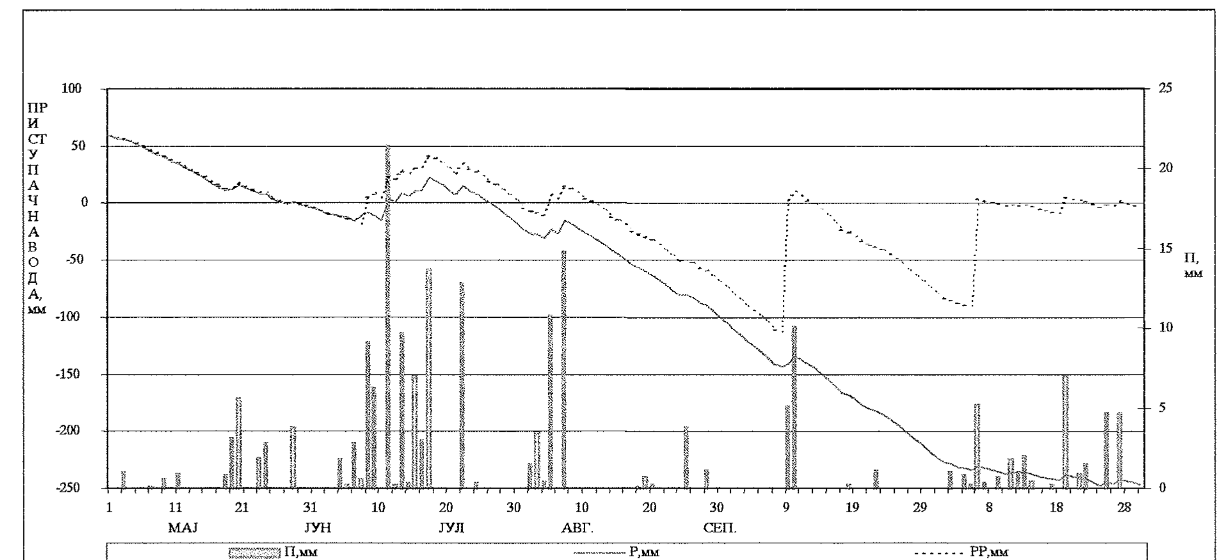
Примери обрачуна дневног биланса прилива и потрошње воде од стране усева кукуруза приказани су за 1990. (сл. 1) и 1991. годину (сл. 2). Остварени приноси од свега 3233 kg/ha у првој (1991) и 6103 kg/ha у другој години (1992) у директној су вези са водним билансом земљишта. Дефицит воде у 1990. години наступио је већ почетком друге декаде јула и, уз два прекида (модел региструје прекид дефицита воде ако је пало више од 5mm у једном дану или је извршено наводњавање), наставио до краја вегетационог периода. У 1991. години (сл. 2) дефицит воде се појавио тек у другој половини

септембра када није имао неког значајнијег утицаја на принос у региону Београда.

Променом улазних података у зависности од локације и године, мења се слика водног биланса која омогућава да се дневно (декадно) прати динамика резерве приступачне воде у земљишту, као и време појаве и интензитет дефицита воде. Поред могућности да се сагледа стање влажности на локалном нивоу и евентуално изврше одређене интервенције (наводњавање, пре свега, ако за то има услова), истовремен обрачун компонената водног биланса за већи број места даје могућност за сагледавање глобалног стања водног биланса у Републици у било ком времену, што може бити од користи код доношења неких одлука на републичком нивоу.

Илустрације ради, у таб. 2 приказани су резултати обрачуна појединачних елемената водног биланса по декадама за месец август 1994. Могу се уочити две глобалне карактеристике: прво, дефицит воде у различитим производним рејонима наступа у различито време због неуједначеног режима падавина на подручју Србије, и друго, услед различитих односно већих захтева за водом, шећерна репа у односу на кукуруз и соју раније потроши расположиве резерве воде у земљишту, а израчунати дефицит је израженији.

С друге стране, примена FAO модела и добијени резултати обрачуна индекса I (таб. 3), омогућавају да се за сваку декаду током вегетационе сезоне утврди степен задовољења потреба за водом у односу на оптималне вредности (PETk). Упоредна анализа за подручје Београда показује да је дефицит воде у сушној 1990. години био карактеристичан за већи део вегетационог периода. Крајем јула, кумулативни индекс I је износио 77.6%, а месец дана касније, крајем августа, свега 54.3%. Вегетација кукуруза у овој години завршила је са укупним дефицитом од 51.4%. Насупрот ове, метеоролошки услови у 1991. години били су знатно повољнији за пораст и развиће пролећних усева. Вредности индекса I (таб. 3) потврђују да су потребе кукуруза за водом до краја прве декаде септембра биле у потпуности задовољене (I=99.7%).

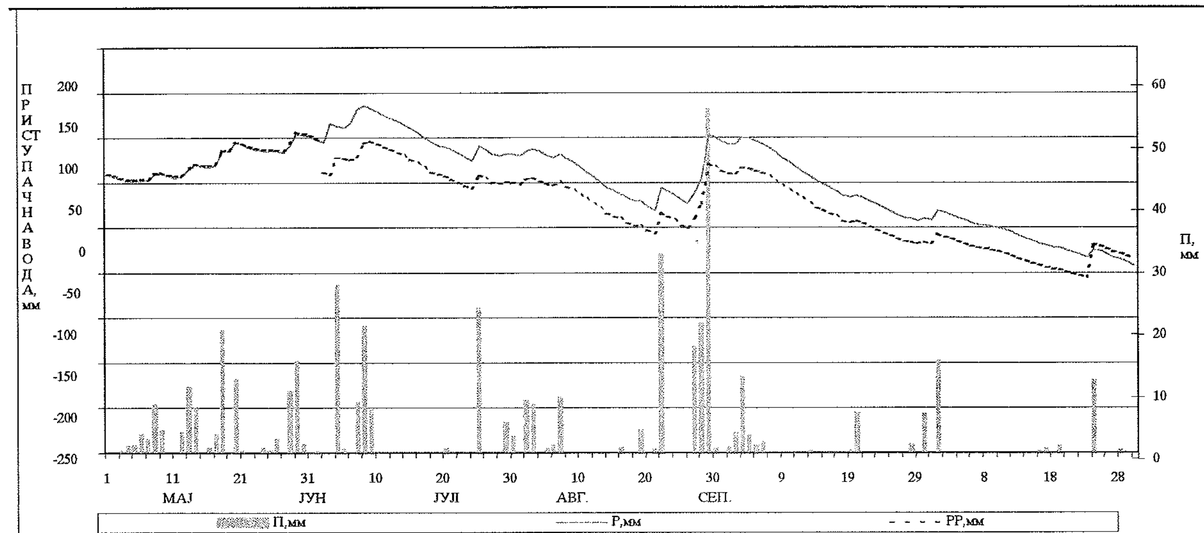


1. Водни биланс земљишта под кукурузом на подручју Београда, 1990. Год.

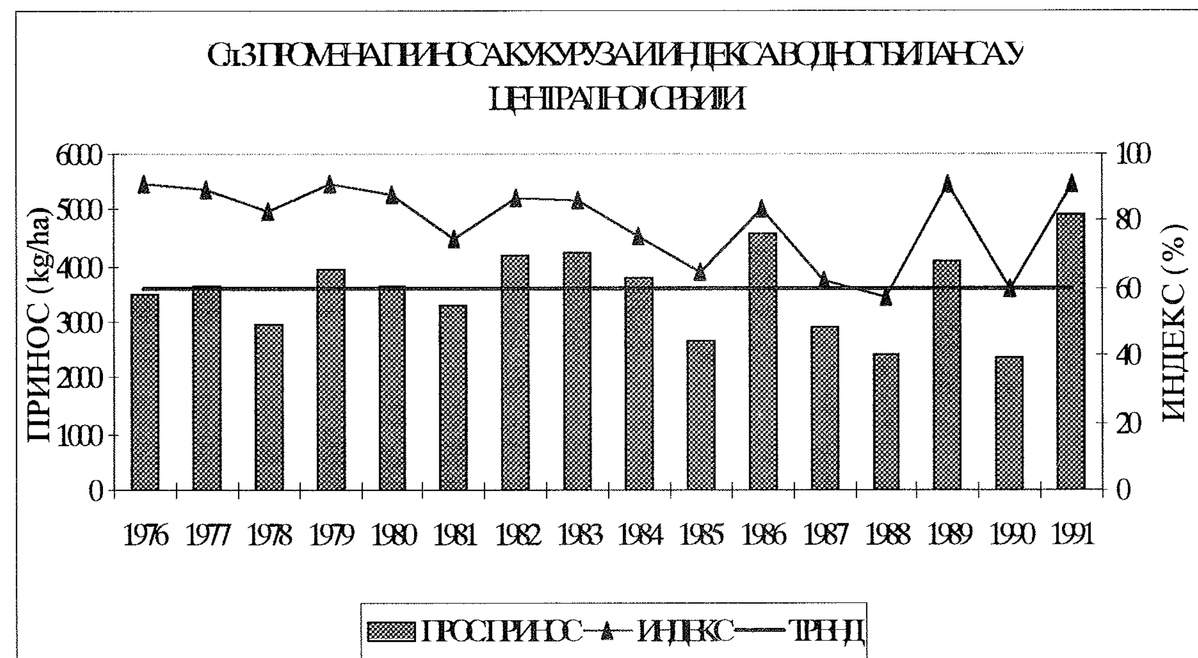
Кумулативни индекси I* (на десној страни таб 3) добијени су уважавајући сугестије Драговића (1991) у погледу потребе коришћења реалне резерве воде (сл.1, сл.2) у земљишту приликом обрачуна водног биланса дате културе. У том случају, вредности I* су нешто веће од I, односно израчунати дефицит воде је за неколико процената смањен..

После обрачуна индекса I (или I*) за већи број места и у дужем низу година, постоји могућност да се изврши статистичка анализа зависности остварених приноса од одговарајућих индекса. Иако на принос пољопривредних култура делује и велики број других фактора (земљиште, сорта, технологија гајења...), добијени резултати (сл. 3) указују на

значајну подударност крива индекса I и просечних приноса кукуруза остварених на подручју централне Србије.



1. *Водни биланс земљишта под кукурузом на подручју Београда, 1991. Год.*



Анализа временске серије приноса указује на веома изражена и учестала одступања од линије тренда, пре свега, као последица утицаја промењљивих агрометеоролошких услова током појединих година. Индекс I на крају вегетационог периода (крај септембра) мењао се у интервалу од 60 - 90%, што значи да се на овом подручју Републике јављао дефицит воде који је у односу на оптималне потребе (I=100%) износио 10 - 40%. Појединих година и у појединим местима дефицит воде је достизао и ниже вредности од 50%.

•МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ•

Таб. 2 ВОДНИ БИЛАНС ЗЕМЉИШТА ЗА ПОДРУЧЈЕ СРБИЈЕ

Слој земљишта:1м Период: Август,1994.

Ред.	Станица	Култура	Поч. рез.	Падавине			Температура			Коеф.културе			Сума PETk			Резерва воде		
број				mm				oC			Kк			mm			mm	
			Воде mm	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	КИКИНДА	Кукуруз,соја	-69		18	70	26,3	21,8	26,4	0,21	0,18	0,21	55,2	39,2	55,4	-124,0	-145,3	-130,7
2	СОМБОР	Кукуруз,соја	-46	4	27	73	26,0	21,0	26,0	0,21	0,18	0,21	54,6	37,8	54,6	-96,6	-107,4	-89,0
3	НОВИ САД	Кукуруз,соја	-4		7	36	26,2	22,0	26,3	0,21	0,18	0,21	55,0	39,6	55,2	-59,3	-91,9	-111,2
4	С.МИТРОВИЦА	Кукуруз,соја	-23		11	54	25,2	21,4	25,2	0,21	0,18	0,21	52,9	38,5	52,9	-75,7	-103,2	-102,2
5	ВРШАЦ	Кукуруз,соја	-32		11	47	25,8	21,8	25,8	0,21	0,18	0,21	54,2	39,2	54,2	-85,7	-113,9	-121,1
6	БЕОГРАД	Кукуруз,соја	57		11	77	27,6	23,8	27,6	0,21	0,21	0,21	58,0	50,0	58,0	-1,1	-40,0	-21,0
7	В.ГРАДИШТЕ	Кукуруз,соја	-49		6	47	25,1	21,2	25,1	0,21	0,18	0,21	52,7	38,2	52,7	-101,5	-133,7	-139,4
8	ЛОЗНИЦА	Кукуруз,соја	145	1	9	77	26,0	22,6	26,0	0,21	0,21	0,21	54,6	47,5	54,6	91,8	53,3	75,7
9	СМ.ПАЛАНКА	Кукуруз,соја	39		16	48	25,4	21,9	25,5	0,21	0,18	0,21	53,3	39,4	53,6	-14,3	-37,8	-43,3
10	НЕГОТИН	Кукуруз,соја	-75	3	6	22	24,5	23,1	24,5	0,21	0,21	0,21	51,5	48,5	51,5	-123,5	-166,0	-195,4
11	ПОЖЕГА	Кукуруз,соја	113		12	22	23,0	20,4	23,1	0,21	0,18	0,21	48,3	36,7	48,5	64,9	40,2	13,7
12	КРУШЕВАЦ	Кукуруз,соја	-41		3	24	24,2	22,4	24,4	0,21	0,21	0,21	50,8	47,0	51,2	-91,4	-135,5	-162,7
13	ЛЕСКОВАЦ	Кукуруз,соја	-29		1	12	23,6	22,1	23,6	0,21	0,18	0,21	49,6	39,8	49,6	-78,8	-117,5	-155,1
14	ПРИШТИНА	Кукуруз,соја	51	1	2	25	22,6	22,4	22,7	0,21	0,21	0,21	47,5	47,0	47,7	4,9	-40,1	-62,8
15	ПРИЗРЕН	Кукуруз,соја	-55		2	21	24,9	25,1	24,8	0,21	0,21	0,21	52,3	52,7	52,1	-106,9	-157,6	-188,7
16	ПЕЋ	Кукуруз,соја	-18	6	2	17	23,8	22,9	23,9	0,21	0,21	0,21	50,0	48,1	50,2	-62,1	-108,2	-141,4
Ред.	Станица	Култура	Поч. рез.	Падавине			Температура			Коеф.културе			Сума PETk			Резерва воде		
број				mm				oC			Kк			mm			mm	
			Воде mm	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	КИКИНДА	Шећер.репа	-124		18	70	26,3	21,8	26,4	0,23	0,20	0,23	60,5	43,6	60,7	-184,7	-210,3	-201,0
2	СОМБОР	Шећер.репа	-101	4	27	73	26,0	21,0	26,0	0,23	0,20	0,23	59,8	42,0	59,8	-156,6	-171,6	-158,4
3	НОВИ САД	Шећер.репа	-59		7	36	26,2	22,0	26,3	0,23	0,20	0,23	60,3	44,0	60,5	-119,3	-156,3	-180,8
4	С.МИТРОВИЦА	Шећер.репа	-72		11	54	25,2	21,4	25,2	0,23	0,20	0,23	58,0	42,8	58,0	-130,4	-162,2	-166,1
5	ВРШАЦ	Шећер.репа	-86		11	47	25,8	21,8	25,8	0,23	0,20	0,23	59,3	43,6	59,3	-145,1	-177,7	-190,1
6	БЕОГРАД	Шећер.репа	-4		11	77	27,6	23,8	27,6	0,23	0,23	0,23	63,5	54,7	63,5	-67,6	-111,3	-97,8
7	В.ГРАДИШТЕ	Шећер.репа	-103		6	47	25,1	21,2	25,1	0,23	0,20	0,23	57,7	42,4	57,7	-160,4	-196,8	-207,6
8	ЛОЗНИЦА	Шећер.репа	92	1	9	77	26,0	22,6	26,0	0,23	0,23	0,23	59,8	52,0	59,8	32,7	-10,3	6,9
9	СМ.ПАЛАНКА	Шећер.репа	-15		16	48	25,4	21,9	25,5	0,23	0,20	0,23	58,4	43,8	58,7	-73,8	-101,6	-112,3
10	НЕГОТИН	Шећер.репа	-133	3	6	22	24,5	23,1	24,5	0,23	0,23	0,23	56,4	53,1	56,4	-186,8	-233,9	-268,2
11	ПОЖЕГА	Шећер.репа	71		12	22	23,0	20,4	23,1	0,23	0,20	0,23	52,9	40,8	53,1	18,2	-10,6	-41,7
12	КРУШЕВАЦ	Шећер.репа	-92		3	24	24,2	22,4	24,4	0,23	0,23	0,23	55,7	51,5	56,1	-147,5	-196,0	-228,1
13	ЛЕСКОВАЦ	Шећер.репа	-75		1	12	23,6	22,1	23,6	0,23	0,20	0,23	54,3	44,2	54,3	-129,4	-172,6	-214,9
14	ПРИШТИНА	Шећер.репа	10	1	2	25	22,6	22,4	22,7	0,23	0,23	0,23	52,0	51,5	52,2	-41,4	-90,9	-118,1
15	ПРИЗРЕН	Шећер.репа	-110		2	21	24,9	25,1	24,8	0,23	0,23	0,23	57,3	57,7	57,0	-167,1	-222,8	-258,8
16	ПЕЋ	Шећер.репа	-65	6	2	17	23,8	22,9	23,9	0,23	0,23	0,23	54,7	52,7	55,0	-114,0	-164,7	-202,7

Таб.3 ПРИМЕНА FAO МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ОБРАЧУН КУМУЛАТИВНОГ ИНДЕКСАВОДНОГ БИЛАНСА НА ПОДРУЧЈУ БЕОГРАДА

Година: 1990

Мес.-дек.	Pn	Pa	Tsr	Кк	PETk	Pa-PETk	Рез-ерва	S/D	S/kum D	I(%)	Р.рез	S'/D'	S'/kum D'	I'(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	8'	9'	10'	11'
АПР-I	14													
АПР-II	21													
АПР-III	18						60,0	0,0	0,0	####	60,0	0,0	0,0	####
МАЈ-I	18	1,7	16,7	0,15	24,9	-23,2	36,8	0,0	0,0	####	38,4	0,0	0,0	####
МАЈ-II	25	10,4	19,6	0,16	31,5	-21,1	15,7	0,0	0,0	####	17,3	0,0	0,0	####
МАЈ-III	32	8,5	17,9	0,15	29,4	-20,9	-5,2	-5,2	-5,2	99,0	-3,6	-3,6	-3,6	99,3
ЈУН-I	31	20,8	18,9	0,16	30,7	-9,9	-9,9	-9,9	-15,1	97,0	4,7	0,0	-3,6	99,3
ЈУН-II	33	55,3	18,9	0,15	29,1	26,2	26,2	0,0	-15,1	97,0	30,9	0,0	-3,6	99,3
ЈУН-III	32	13,1	23,7	0,18	42,2	-29,1	-2,9	-2,9	-18,0	96,4	1,8	0,0	-3,6	99,3
ЈУЛ-I	26	31,0	21,7	0,18	39,4	-8,4	-8,4	-8,4	-26,4	94,7	4,5	0,0	-3,6	99,3
ЈУЛ-II	23	1,0	21,0	0,18	38,1	-37,1	-37,1	-37,1	-63,5	87,4	-32,7	-32,7	-36,3	92,8
ЈУЛ-III	25	4,9	22,8	0,19	46,8	-41,9	-41,9	-41,9	-105,4	79,0	-74,6	-74,6	-110,9	77,9
АВГ-I	13	15,2	22,5	0,19	43,5	-28,3	-28,3	-28,3	-133,7	73,4	10,1	0,0	-110,9	77,9
АВГ-II	19	0,2	22,6	0,19	43,2	-43,0	-43,0	-43,0	-176,7	64,9	-32,9	-32,9	-143,7	71,4
АВГ-III	18	1,1	22,1	0,19	47,6	-46,5	-46,5	-46,5	-223,2	55,6	-79,3	-79,3	-223,0	55,6
СЕП-I	19	8,2	17,9	0,12	22,1	-13,9	-13,9	-13,9	-237,1	52,8	-2,6	-2,6	-225,7	55,1
СЕП-II	18	12,4	14,5	0,10	15,2	-2,8	-2,8	-2,8	-239,9	52,3	3,5	0,0	-225,7	55,1
СЕП-III	16	11,8	16,2	0,11	19,0	-7,2	-7,2	-7,2	-247,1	50,8	-3,6	-3,6	-229,3	54,4
Сума/сред	401	196	19,8	0,16	503	-307								

Година: 1991

АПР-I	14													
АПР-II	21													
АПР-III	18						60,0	0,0	0,0	####	60,0	0,0	0,0	####
МАЈ-I	18	16,8	14,8	0,13	19,8	-3,0	57,0	0,0	0,0	####	59,3	0,0	0,0	####
МАЈ-II	25	51,4	12,2	0,12	15,3	36,1	93,1	0,0	0,0	####	95,4	0,0	0,0	####
МАЈ-III	32	26,7	13,4	0,13	19,6	7,1	100,2	0,0	0,0	####	102,5	0,0	0,0	####
ЈУН-I	31	57,6	19,0	0,16	29,8	27,8	128,0	0,0	0,0	####	130,3	0,0	0,0	####
ЈУН-II	33	0,5	22,9	0,17	40,1	-39,6	88,5	0,0	0,0	####	90,7	0,0	0,0	####
ЈУН-III	32	28,2	21,0	0,17	35,5	-7,3	81,2	0,0	0,0	####	83,4	0,0	0,0	####
ЈУЛ-I	26	24,2	21,3	0,18	39,7	-15,5	65,7	0,0	0,0	####	67,9	0,0	0,0	####
ЈУЛ-II	23	4,0	24,3	0,19	46,5	-42,5	23,2	0,0	0,0	####	25,4	0,0	0,0	####
ЈУЛ-III	25	115,7	21,9	0,18	44,4	71,3	94,5	0,0	0,0	####	96,7	0,0	0,0	####
АВГ-I	13	19,8	22,3	0,19	42,7	-22,9	71,6	0,0	0,0	####	73,9	0,0	0,0	####
АВГ-II	19	6,2	22,2	0,19	43,1	-36,9	34,7	0,0	0,0	####	37,0	0,0	0,0	####
АВГ-III	18	6,8	19,0	0,16	34,5	-27,7	7,0	0,0	0,0	####	9,3	0,0	0,0	####
СЕП-I	19	13,4	17,3	0,12	21,9	-8,5	-1,4	-1,4	-1,4	99,7	0,8	0,0	0,0	####
СЕП-II	18	1,5	19,1	0,13	25,8	-24,3	-24,3	-24,3	-25,7	94,7	-23,5	-23,5	-23,5	95,2
СЕП-III	16	10,9	20,4	0,14	27,9	-17,0	-17,0	-17,0	-42,7	91,2	-8,8	-8,8	-32,3	93,4
Сума/сред	401	####	19,4	0,16	####	####								

4. ЗАКЉУЧЦИ

Добијени резултати указују на значај перманентног праћења водног биланса у свим производним рејонима, јер је неспорна чињеница да је варирање у водном билансу земљишта основни разлог варирања приноса у Србији. Овакве информације могу бити веома корисне код доношења одређених планских и оперативних одлука, али се глобални проблем честе појаве дефицита воде у нашим крајевима неможе решити само његовом регистрацијом и евидецијом штетних последица.

5. ЛИТЕРАТУРА

Бошњак, Ђ.: Потребе за водом и заливни режим соје. Наука и производња. Vol. 15.(1-2). ИПК Осијек. 1987.

Драговић, С.: Одређивање заливног режима анализом водног биланса земљишта. Зборник радова, Свеска 19. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад. 1991.

Frere, M. and Popov, G.F.: Agrometeorological Crop monitoring and forecasting. FAO plant production and protection paper, Rome, 64pp. 1979.

Kunkel, K.,E.: Operational Soil Moisture Estimation for Midwestern United States. J. Appl. Meteor., 29, 1158-1166. 199

Вучић, Н.: Биоклиматски коефицијенти и заливни режим биљака - теорија и практична примена. Водопривреда, 6-8.1971.

ИСПИТИВАЊЕ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈЕ И ДЕФИЦИТА ПАДАВИНА НА ПОДРУЧЈУ СРБИЈЕ

Славица Радовановић, дипл. инж., Петар Спасов, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

By applying several known methods (Penman, Priestly-Taylor, Makkink,...) and using standard meteorological data, the values of potential evapotranspiration (Ep) were calculated. The comparative analysis of obtained results enabled us to make a choice of the most suitable method to determinate Ep and potential rainfall deficit (P-Ep) at the territory of Serbia. During the determination of water deficit for a certain agricultural crop, Ep was corrected by applying bioclimate coefficients of the crop (Kk) .

Абстракт

Применом неколико познатих метода (Penman ,Priestly-Taylor, Makkink,...) израчунате су вредности потенцијалне евапотранспирације (Ep), користећи стандардне метеоролошке податке. Компаративна анализа добијених резултата је омогућила да се изврши избор најповољнијег метода за утврђивање Ep и потенцијалног дефицита падавина (P-Ep) на подручју Србије. Приликом утврђивања дефицита воде за одређену пољопривредну културу, Ep је коригована применом биоклиматских коефицијената културе(Kk)

1. УВОД

Потенцијална евапотранспирација (Ep), представља један значајан климатски параметар који налази широку примену у пољопривреди, хидрологији, метео-рологији и др. Величина евапо-транспирације указује, пре свега, на топлотни потенцијал датог региона, јер у условима када евапотанспирација није лимитирана залихама воде у земљишту, највећи део расположиве енергије се троши на евапотранспирацију. Такве вредности могу бити искоришћене као индикатори влажења или сушења неке површине, једноставно поређењем Ep са падавинама.

С друге стране, Ep се користи као индикатор потреба биљака или вегетације за водом. Када нема дефицита воде у земљишту биљке се развијају боље, а евапотранспирација достиже своје максималне вредности (Epk). Имајући ово у виду, може се прихватити да израчунате климатолошке вредности Ep, применом неке од познатих метода(Penman, Priestly-Taylor,Makkink,...), приближно изражавају максималну потрошњу воде ниског биљног покривача. Међутим, за дату пољопривредну културу, потребно је вредности Ep кориговати једним коефицијентом који зависи од саме културе и фазе развића. Примена коефицијента културе (Кк) омогућава да се тачније одреде различите потребе биљака за водом током вегетационе сезоне и време појаве и интезитет дефицита воде.

Предмет овог рада је да се упореде резултати обрачуна Ep применом метода Penman-a, Priestly-Taylor-a, Makkink-a и изврши избор једне од њих, имајући у виду резултате мерења евапо-транспирације помоћу лизиметара РХМЗ Србије. Одабрана метода је затим искоришћена да се утврди просторно- временска расподела потенцијалног дефицита падавина (Dp=P-Ep) на подручју Србије. Посебно је анализирана појава дефицита воде и њена учесталост у критичном периоду развића важнијих пољопривредних култура.

2. МЕТОДЕ РАДА

На основу теоријских разматрања и вишегодишњег експерименталног рада развијен је велики број метода за обрачун евапотранспирације. Избор методе зависи од расположивих климатолошких података и тачности резултата који се траже.

У овом раду су примењене три методе и то: Penman-a, Priestly-Taylor-a и Makkink-a.

2.1. МЕТОДА PENMAN-a

Потенцијална евапотранспирација (Ep) је дефинисана помоћу једначине (Garnier,1992).

$$Ep = f(Re,At)_{M,O,Sr} \qquad (1)$$

Види се да је Ep функција (f) од расположиве енергије (Re) и атмосферских услова (At) који утичу на пренос паре са површине која испарава. Услови влажности земљишта (M), утицај адвекције или тзв. " ефекта оазе" (O), као и отпор стома (St) у условима за потенцијалну евапотранспирацију нису ограничавајући фактори.

Фактори Re и At су успешно комбиновани у добро познатој једначини Penman-a (Penman, 1948);

$$Ep = \Delta /(\Delta + \gamma)\, Q^* + \gamma /(\Delta+ \gamma)\, Ea \qquad (2)$$

У овој једначини, Δ је промена максималног напона водене паре у зависности од температуре, ($mb^{o}C^{-1}$), γ- психрометријска константа (0.66), а Q* - биланс укупног зрачења који репрезентује Re у једначини (1). Ea је фактор који изражава атмосферске услове (At) као функција од брзине ветра (U) и влажности ваздуха. Овај аеродинамички члан одређује се помоћу једн. (3):

$$Ea = 0.26\, (es-ea)\, (1.00+0.54U) \qquad (3)$$

где је:
es- максимални напон водене паре (mb) при температури T,
ea- стварни напон паре (mb),
U- брзина ветра на висини од 2m (ms^{-1}).
Обзиром да се биланс зрачења (Q*) мери на веома ограниченом броју станица (код нас сада само на једној станици – Зелено брдо), обрачун Q* је извршен применом израза који су у оквиру FAO, за практичну примену развили Frere и Popov (1979); тј:

$$Q^*=(1-A)\, Q_o\, (a+b\, n/N)- \sigma T^4(0.56-0.079\sqrt{ea})(0.10+0.90n/N) \qquad (4)$$

где је:

A- албедо (за већину усева A=0.25),
n - стварно осунчавање,
Qo - екстратерестричко зрачење изражено у mm испарене воде за вредност соларне константе,
N - потенцијално осунчавање,
a,b - константе,
σT^4- радијација црног тела (mm).

2.2. МОДЕЛ "РАВНОТЕЖЕ" PRIESTLY-TAYLOR-a

У повољним условима за потенцијалну евапотранспирацију влажност ваздуха непосредно изнад површине биљног покривача тежи засићењу. С друге стране, ветар при самој површини биљака значајно слаби у односу на брзину на висини од два метра. Заједничко дејство ових параметара доприноси да аеродинамички члан (Ea) у Penman-овој формули тежи некој константној вредности.

Ова чињеница је искоришћена да се дефинише модел "равнотеже" за Ep у облику:

$$Ep = \alpha\, \Delta/(\Delta+\gamma)Q^* \qquad (5)$$

где је α(=1.26) Priestly-Taylor-ова константа.

2.3. МЕТОДА MAKKINK-a

Ова метода је слична моделу равнотеже. Међутим, у њој су уместо биланса зрачења коришћене вредности глобалног сунчевог зрачења (K↓),тј.:

$$Ep=\Delta/(\Delta+\gamma)K{\downarrow}-0.12 \qquad (6)$$

Глобално сунчево зрачење се мери на нешто већем броју станица у нас, али најчешће се за обрачун истог користи регресиона једначина Ангрстем-а која се већ садржи у једн. 4 (први део).

3. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Обрачун потенцијалне евапо-транспирације, применом методе Penman-а, Priestly-Taylor-а и Makkink-а (прва и трећа, као и методе Blaney-Criddle-а и класе А, усвојене су од стране FAO као стандарди за обрачун потенцијалне-референтне евапотранспирације) извршен је на бази података са 31 главне метеоролошке станице (ГМС) за период 1991-1996.

Табела 1 даје преглед добијених просечних сума Ep за подручје Србије, а на сл.1 су приказане средње дневне вредности за испитивани период. Може се лако уочити да метода Penman-а даје веће вредности Ep у односу на методе Priestly-Taylor-а и Makkink-а. На годишњем нивоу и за вегетациони период суме Ep по Penman-u су веће за 26 и 21%, односно 20 и 22%. Карактеристично је да метод "равнотеже" током свих месеци даје ниже вредности Ep у односу на Penman-а, док метода Makkink-а ниже вредности даје током вегетационог периода а веома блиске за месеце у хладнијој половини године.

Избор методе, која ће се искористити за утврђивање дефицита падавина(Dp=P-Ep), извршен је на основу поређења израчунатих (помоћу поменуте три методе) и измерених вредности Ep (помоћу два тежинска лизиметра од којих је један напуњен смоницом а други черноземом). Резултати мерења референтне евапотранспирације (Er) ниског биљног (смеша трава) покривача (таб.2), показују да је, током све три године испитивања (1990-1992), потрошња воде била већа у лизиметру са земљиштем типа чернозем (Er-L2) него у лизиметру са смоницом (Er-L1) и то за око 13.0% за вегетациони период. Поређењем ових вредности евапотранспирације (таб.2) са подацима добијеним методама Priestly-Taylor-а и Makkink-а (таб.1), може се констатовати велика подударност. Кумулативне криве на сл.2 то јасно потврђују.

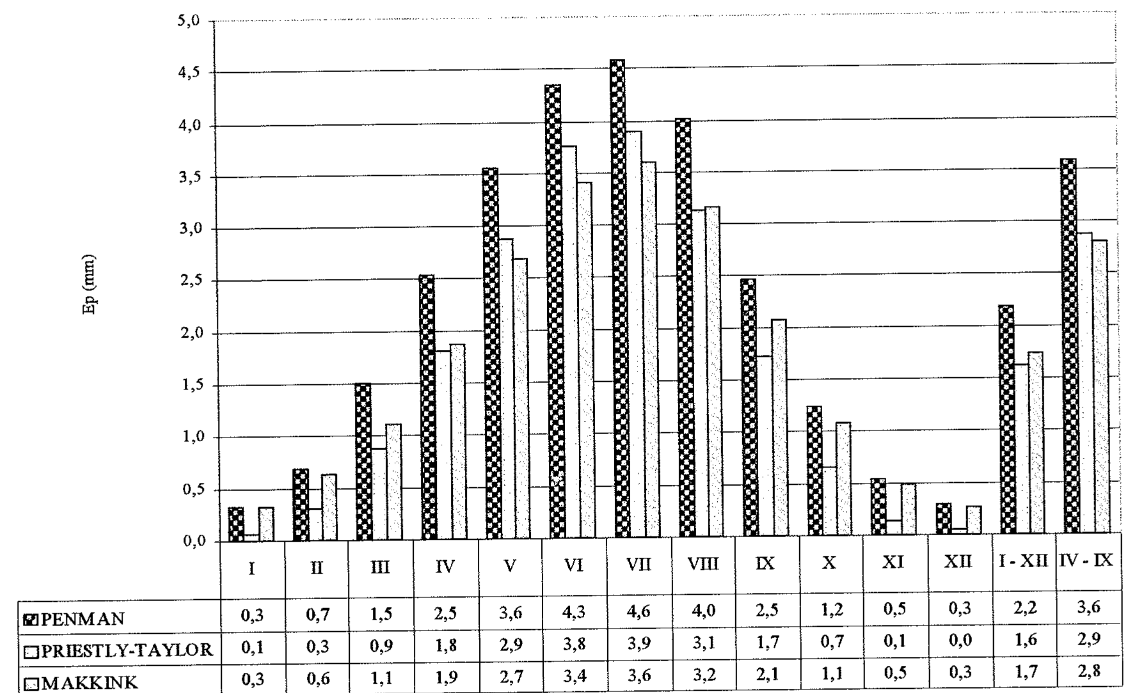
Имајући у виду резултате претходне анализе, као и минималан број неопходних улазних параметара за обрачун Ep, за анализу дефицита падавина одабран је метод Makkink-а.

Разлика између падавина (P) и Ep, коју Baars (1966) назива климатолошким дефицитом падавина, а Bloc et al. (1978) потенцијалним водним билансом, израчуната је за све ГМС на територији Србије. Подаци (таб.1) показују да се у просеку дефицит падавина на подручју Србије појављује у периоду мај-август, при чему је мањи у пролећним месецима (-23.0 до -28.6mm) а знатно израженији током јула (-50.8mm) и августа (-49.1mm). Постоје значајне рзлике по месецима и годинама испитивања (1991-1996), али се, што се тиче вегетационе сезоне, може са великом сигурношћу рећи да је појава дефицита падавина редовна. За испитивани период добијен је просечан дефицит од -149.4mm, а посебно је карактеристичан период 1992-1994 када је дефицит потребне воде достигао вредности од -175mm до -283mm (1993). Просторни распоред дефицита падавина (карта1) показује да је суша у 1993. години била у већем делу Војводине, централне и источне Србије и на Косову израженија од поменуте просечне вредности, услед чега је дошло до значајног смањења приноса важнијих пољопривредних култура. Много повољнији услови у погледу укупног дефицита падавина за вегетациони период (-46.5mm) имала је 1995. година (таб.1), што се позитивно одразило на резултате пољопривредне производње. Међутим, и у овој релативно влажној години (са просечном годишњом сумом падавина од 767mm, од којих је 450mm пало током вегетационе сезоне) дефицит је у појединим регионима био већи од 150mm(карта 2).

Највећи део дефицита падавина у нашим климатским условима остварује се током јула и августа, тј. у периоду када су потребе за водом пролећних култура најизраженије. У том смислу корисна је информација о учесталости појаве дефицита падавина, нарочито за локалитете где има изграђених система за наводњавање.

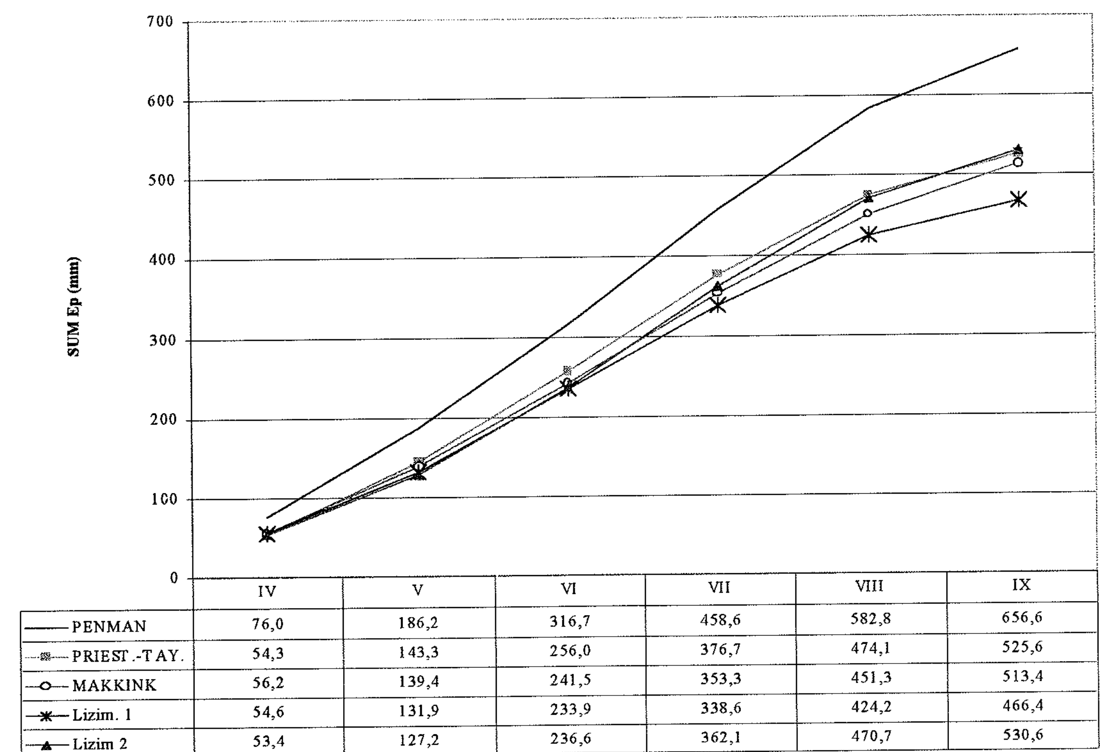
Уобичајено је у пракси наводњавања да се потребе биљака за водом одређују применом биоклиматских коефицијената културе (Кк) и референтне евапо-транспирације (Er), одн. коришћењем производа Кк*Er. У повољним условима влажности земљишта током критичног периода у развићу дате културе, максимална евапотранспирација биљака се приближава вредности Er, тј. Кк ≅ 1. Bloc et al., (1978) су за услове Француске користили вредност Кк = 1 за период највеће осетљивости кукуруза на недостатак воде, док су у многим истраживањима у земљама са знатно аридниjом климом(FAO,1986) коришћени нешто већи коефицијенти (Кк=1.1-1.2).

Сл.1 ПРОСЕЧНА ДНЕВНА ПОТЕНЦИЈАЛНА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА ЗА ПОДРУЧЈЕ СРБИЈЕ



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I - XII	IV - IX
PENMAN	0,3	0,7	1,5	2,5	3,6	4,3	4,6	4,0	2,5	1,2	0,5	0,3	2,2	3,6
PRIESTLY-TAYLOR	0,1	0,3	0,9	1,8	2,9	3,8	3,9	3,1	1,7	0,7	0,1	0,0	1,6	2,9
MAKKINK	0,3	0,6	1,1	1,9	2,7	3,4	3,6	3,2	2,1	1,1	0,5	0,3	1,7	2,8

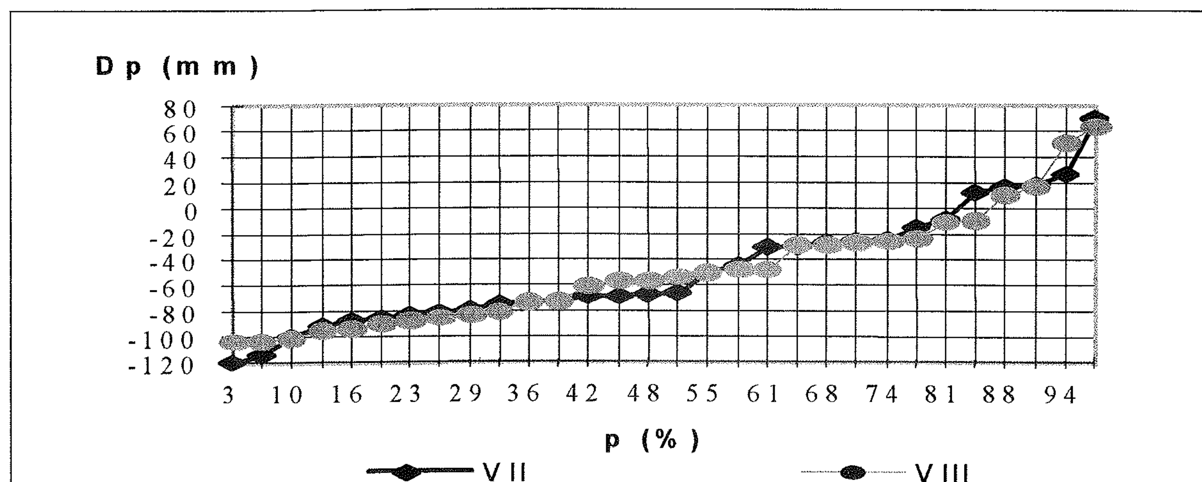
Сл.2 КУМУЛАТИВНЕ СУМЕ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈЕ ДОБИЈЕНЕ РАЗЛИЧИТИМ МЕТОДАМА



	IV	V	VI	VII	VIII	IX
PENMAN	76,0	186,2	316,7	458,6	582,8	656,6
PRIEST.-TAY.	54,3	143,3	256,0	376,7	474,1	525,6
MAKKINK	56,2	139,4	241,5	353,3	451,3	513,4
Lizim. 1	54,6	131,9	233,9	338,6	424,2	466,4
Lizim 2	53,4	127,2	236,6	362,1	470,7	530,6

Крива кумулативне вероватноће појаве дефицита падавина у Београду (сл.3), урађена на бази 30-годишњег низа података (1961-1990) и Кк=1, указује да се у преко 80% година на подручју Београда појављује дефицит падавина у јулу и августу. Кумулативна вероватноћа од 50% одговара дефициту воде од око 60mm, а у 25% случајева недостатак воде је већи од 80mm (или преко 160mm за оба месеца).

Сл.3. КРИВА КУМУЛАТИВНЕ ВЕРОВАТНОЋЕ ОЈАВЕ КЕФИЦИТА ПАДАВИНА У БЕОГРАДУ



4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу анализе добијених резултата може се закључити следеће:

Примена методе Penman-a за обрачун потенцијалне евапотранспирације у нашим условима, даје веће вредности Ep у односу на методе Priestly-Taylor-a и Makkink-a, као и у поређењу са измереном евапотранспирацијом (Er) помоћу лизиметара. Обзиром на веома великој подударности између израчунатих и измерених вредности евапо-транспирације, метода Makkink-a може се користити у пракси за одређивање Ep, на основу података о температури ваздуха и глобалног зрачења (измерено или израчунато уз помоћ података о осунчавању или облачности).

Појава дефицита падавина на подручју Србије има велику учесталост, нарочито током вегетационог периода пролећних култура. Посебно је неповољно што дефицит падавина најчешће настпуа у пероду (јул-август) када су биљке најосетљивије на недостатак воде у земљишту. У таквим условима, без наводњавања, неминовно долази до значајног смањења приноса пољопривредних култура.

5. ЛИТЕРАТУРА

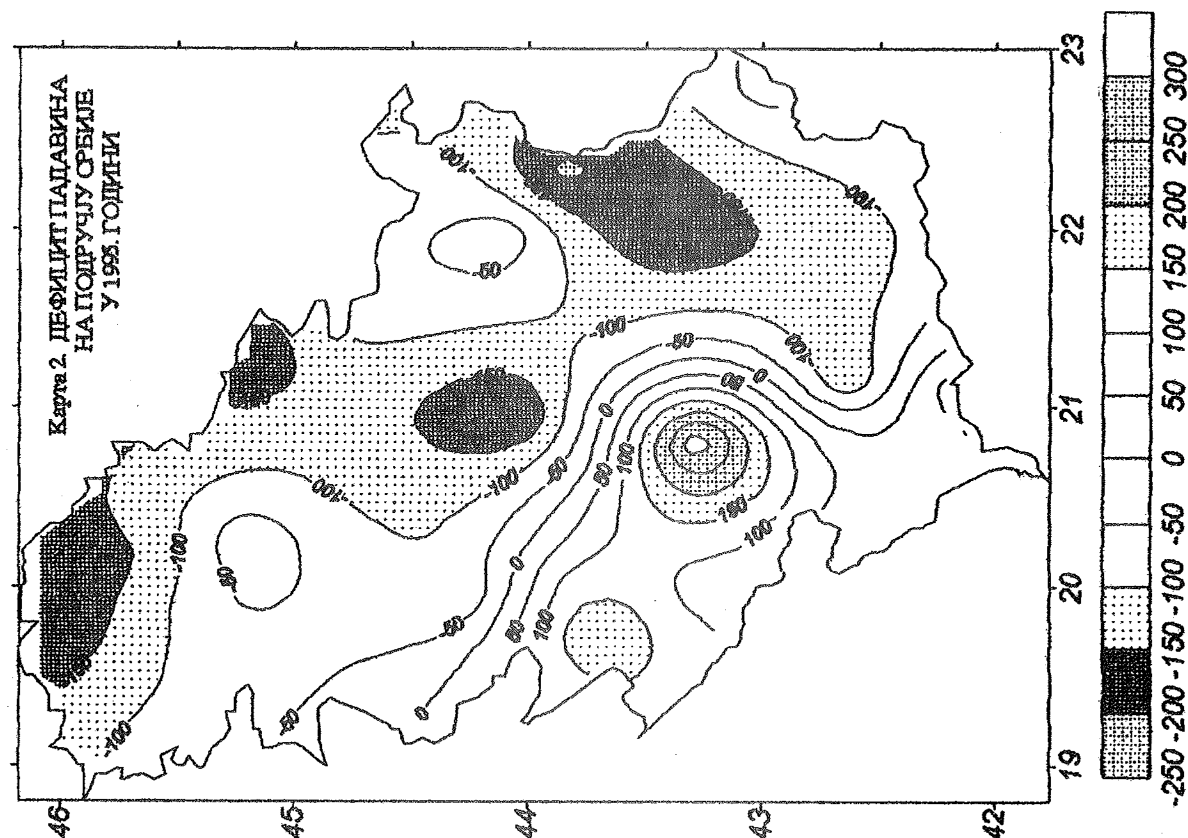
Bars, C. Ir., 1966: Calculation of the advisable capacity of sprinkler instllations, based on meteorlogcal data.
Bloc,D.,Desvignes, Ph., Gerbier, N., Remois, P., 1978: Contribution a l'etude agrometeorologique du mais en France.
FAO,1986: Early agrometeorological crop yield assessment, Rome.
Frere,M.,Popov,F.,G.,1979: Agrometeorological crop monitoring and forecasting, FAO Plant production and Protection paper 17, Rome.
Garnier, J.B.,1992: Compendium of lecture notes in climatology, WMO-No 726.
Penman, H.L., 1948: Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London.

Таб.1 ПРОСЕЧНЕ СУМЕ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ЕВАПОТРАНСПИРЦИЈЕ ЗА ТЕРИТОРИЈУ СРБИЈЕ У ПЕРИОДУ 1991-1996.год

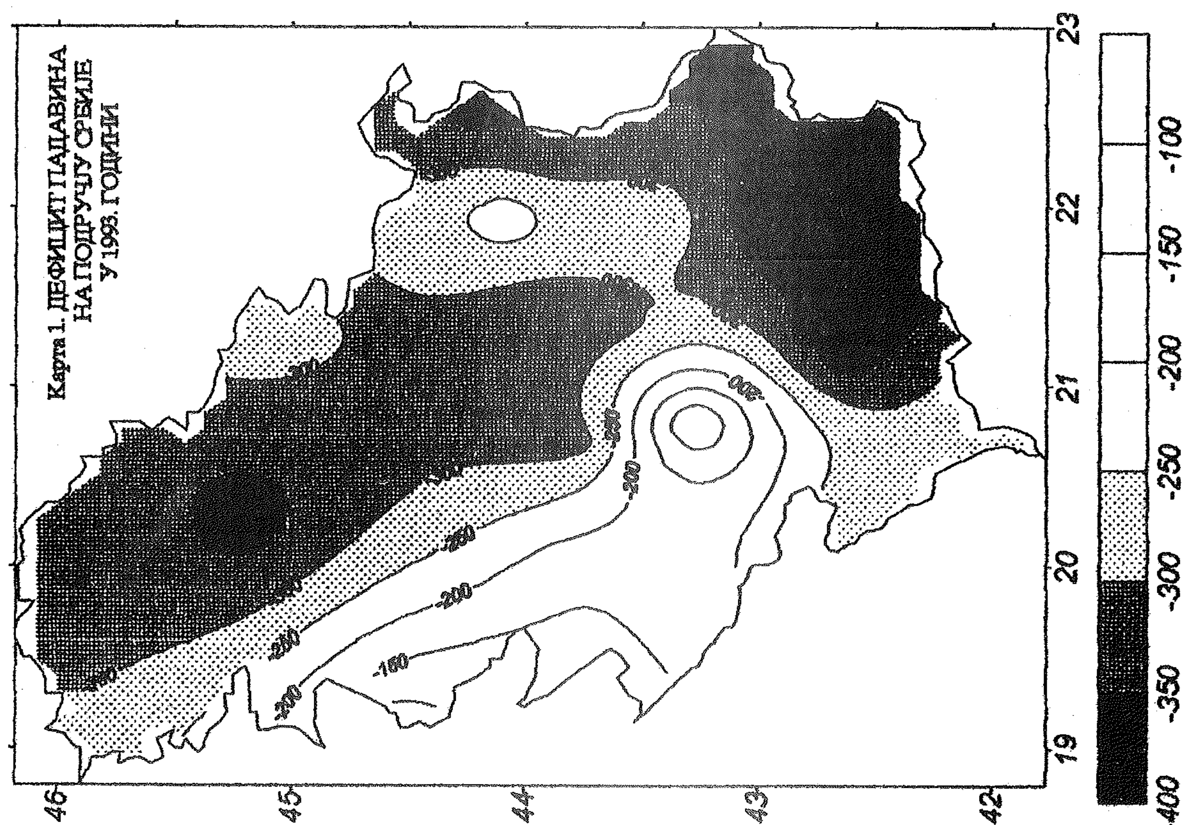
МЕТОДА	Година	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I - XII	IV - IX
PENMAN	1991	7,3	15,1	51,2	68,3	91,1	136,0	126,8	100,9	74,8	34,5	18,3	7,7	732,3	598,1
	1992	11,5	19,9	51,7	81,8	116,3	111,3	139,7	148,3	82,3	42,6	16,1	7,5	828,9	679,7
	1993	7,2	16,0	41,2	78,8	118,9	142,4	152,3	136,6	75,9	46,7	14,6	10,8	841,4	704,9
	1994	11,8	23,5	53,5	73,1	118,4	131,9	141,9	134,2	88,7	36,4	15,4	7,9	836,6	688,1
	1995	10,6	24,7	45,9	77,7	104,5	122,0	146,4	107,9	64,9	34,0	12,8	12,4	763,7	623,4
	1996	12,3	16,6	36,7	76,4	111,9	139,4	144,5	117,1	56,2	36,9	19,1	6,7	773,8	645,5
	СРЕД.	10,1	19,3	46,7	76,0	110,2	130,5	141,9	124,2	73,8	38,5	16,0	8,8	796,1	656,6
PRIESTLY-TAYLOR	1991	-0,3	8,7	29,6	52,6	74,1	117,3	117,2	92,3	54,7	20,3	5,6	0,7	572,7	508,1
	1992	2,5	8,0	25,8	54,8	88,1	102,0	120,7	107,9	49,0	22,9	3,6	0,6	585,9	522,5
	1993	-3,2	6,5	26,2	54,9	94,7	114,6	117,7	96,0	50,8	20,9	6,3	-1,3	584,1	528,7
	1994	2,7	10,2	28,5	55,1	94,7	112,0	123,6	102,7	58,5	19,6	2,0	-1,4	608,2	546,6
	1995	3,6	7,5	27,4	54,7	87,6	110,4	128,3	91,0	50,2	16,5	6,0	5,1	588,2	522,2
	1996	4,3	9,5	24,4	53,6	94,8	119,7	117,3	94,0	45,7	21,8	1,3	3,8	590,4	525,2
	СРЕД.	1,6	8,4	27,0	54,3	89,0	112,7	120,8	97,3	51,5	20,3	4,1	1,2	588,2	525,6
MAKKINK	1991	11,0	14,2	35,0	53,8	63,8	108,3	100,7	84,4	66,5	31,5	14,4	6,8	590,4	477,5
	1992	9,4	19,1	36,9	57,5	86,3	84,8	112,2	116,5	69,5	30,4	15,5	8,0	645,9	526,7
	1993	12,2	16,9	31,1	59,5	90,6	109,1	115,5	103,9	64,1	36,4	11,1	10,1	660,3	542,5
	1994	11,0	16,5	43,7	52,6	92,2	102,0	111,7	107,7	73,1	32,5	16,6	9,4	669,1	539,3
	1995	8,6	23,8	32,4	59,1	80,4	97,2	117,5	86,0	55,7	39,9	11,6	6,7	619,1	496,1
	1996	8,3	14,1	26,8	54,4	86,0	111,5	113,3	89,2	44,0	29,5	18,1	6,9	602,1	498,5
	СРЕД.	10,1	17,4	34,3	56,2	83,2	102,1	111,8	97,9	62,1	33,4	14,5	8,0	631,2	513,4
PADAVINE	1991	17,4	35,8	49,7	66,9	81,2	46,7	120,0	58,8	25,3	82,0	61,3	34,3	657,6	386,1
	1992	10,3	34,5	21,1	71,5	32,6	122,8	41,8	21,9	27,2	95,6	80,0	33,3	592,7	317,9
	1993	22,3	17,5	67,4	34,1	34,3	55,2	36,3	37,1	62,4	26,0	62,5	78,9	533,7	259,3
	1994	50,2	29,5	26,8	66,1	46,6	90,9	71,7	47,6	41,5	48,7	21,7	36,4	577,7	364,5
	1995	83,2	44,5	55,1	58,5	74,5	84,8	64,7	75,1	92,0	3,1	55,0	76,3	766,8	449,6
	1996	31,5	61,0	50,9	49,2	92,1	40,8	31,7	52,4	140,6	39,3	72,7	82,8	745,0	406,9
	СРЕД.	35,8	37,1	45,2	57,7	60,2	73,5	61,0	48,8	64,8	49,1	58,9	57,0	645,6	364,0
POTENCIJALNI	1991	6,4	21,6	14,6	13,1	17,4	-61,6	19,3	-25,5	-41,2	50,6	47,0	27,4	67,2	-91,4
DEFICIT	1992	0,9	15,4	-15,8	14,0	-53,6	38,1	-70,3	-94,6	-42,3	65,2	64,5	25,3	-53,2	-208,8
PADAVINA	1993	10,1	0,6	36,3	-25,4	-56,3	-53,9	-79,2	-66,8	-1,7	-10,5	51,4	68,8	-126,6	-283,3
(P-Ep),mm	1994	39,2	12,9	-16,9	13,5	-45,6	-11,1	-40,0	-60,1	-31,6	16,2	5,1	27,0	-91,4	-174,9
Ep po Makkink-u	1995	74,6	20,7	22,7	-0,7	-5,9	-12,5	-52,8	-11,0	36,3	-36,8	43,4	69,6	147,7	-46,5
	1996	23,2	46,9	24,0	-5,3	6,1	-70,6	-81,6	-36,8	96,6	9,8	54,7	75,9	142,9	-91,6
	СРЕД.	25,7	19,7	10,8	1,5	-23,0	-28,6	-50,8	-49,1	2,7	15,8	44,3	49,0	14,4	-149,4

Таб.2 ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА ИЗМЕРЕНА ЛИЗИМЕТРИМА (L1,L2)
НА ЛОКАЦИЈИ КОЊУТБАКА У ПЕРИОДУ 1990-1992.год.

Лизиметар 1 зем: смоница	Година	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-IX
	1990	33,3	90,7	109,6	118,7	75,7	40,6	32,0	468,6
	1991	66,5	72,4	95,1	97,9	99,9	47,1	30,7	478,9
	1992	64,0	68,9	101,3	97,5	81,2	38,7	35,2	451,6
	СРЕД.	54,6	77,3	102,0	104,7	85,6	42,1	32,6	466,4
Лизиметар 2 зем. чернозем	Година	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-IX
	1990	48,0	68,8	112,2	134,7	117,0	60,8	51,6	541,5
	1991	55,0	72,4	99,8	106,8	109,7	70,0	42,0	513,7
	1992	57,3	80,0	116,3	135,0	99,1	48,9	38,1	536,6
	СРЕД.	53,4	73,7	109,4	125,5	108,6	59,9	43,9	530,6
(Ep1+Ep2)/2		54,0	75,5	105,7	115,1	97,1	51,0	38,3	498,5



Карта 2. ДЕФИЦИТ ПАДАВИНА НА ПОДРУЧЈУ СРБИЈЕ У 1995. ГОДИНИ



Карта 1. ДЕФИЦИТ ПАДАВИНА НА ПОДРУЧЈУ СРБИЈЕ У 1993. ГОДИНИ

ПРИМЕНА МЕТЕОРОЛОШКИХ ПОДАТАКА У АНАЛИЗИ ВОДНОГ БИЛАНСА ЗЕМЉИШТА И СУШЕ ЗА ПОТРЕБЕ НАВОДЊАВАЊА

Проф. Др Светимир Драговић, Мр Ливија Максимовић, Ђура Карагић, дипл.инж.
Научни институт за ратарство и повртарство Нови Сад, М. Горког 30, 21000 Нови Сад
Проф. Др Ђуро Бошњак, Мр Боривој Пејић
Пољопривредни факултет Нови Сад, Д. Обрадовића 8, 21000 Нови Сад

Abstract

Potential evapotranspiration is the basis for water balance calculation. As direct methods for measurement of potential evapotranspiration call for special equipment and a number of measurements, procedures have been designed measure potential evapotranspiration indirectly, via meteorological data. Potential evapotranspiration has been measures by the methods of Penman, Thornthvaite and Blaney-Criddle.

Water balance calculation may be used to analyze the occurrence of drought, drought duration and intensity, and the effect of drought on crop yields obtained in natural conditions and in irrigation. In the variable climatic conditions of the Vojvodina Province, drought occurs frequently. Long or short dry periods occur every year. Depending on the period of occurrence and duration, drought significantly decreases crop yields causing extensive damages in agricultural production. As the model of global climatic changes foresees an even larger water deficit, the problem deserves our undivided attention.

Абстракт

Полазна основа за обрачун водног биланса је потенцијална евапотранспирација. Директне методе мерења потенцијалне евапотранспирације захтевају поседовање одређене опреме, бројна мерења, па је разрађен читав низ поступака за индиректно утврђивање њених вредности на бази метеоролошких података. Вредности потенцијалне евапотранспирације обрачунате су методама Penman, Thornthwaite и Blaney-Criddle.

Обрачуном водног биланса може се анализирати појава суше, дужина трајања и интензитет, као и утицај на остварене приносе у природним условима производње, односно у условима без наводњавања. У промењљивим климатским условима Војводине суша је честа појава и јавља се скоро сваке године у краћим или дужим интервалима. У зависности од периода у којем се појављује и дужине трајања значајно умањује приносе и проузрокује огромне штете у пољопривредној производњи. Моделом о глобалним климатским променама предвиђа се још већи дефицит воде у биљној производњи тако да се јавља потреба за њеном детаљном анализом.

Увод

Клима у целини са свим својим елементима и факторима има великог утицаја на биљну производњу. Међутим, тешко је одредити посебан утицај појединих климатских елемената на раст и развиће биљног света јер су међусобно повезани и условљени, и потребно је сваки појединачни елеменат посматрати у функцији са другим јер се физички амбијент понаша као целина. Клима, земљиште и биљка су нераздвојна целина и само тако се могу анализирати. Наиме, од количине падавина зависи природни прилив воде у земљиште, од земљишта и његових својстава зависи прихватање падавина, задржавање и економисање водом у току потрошње. Гајене биљке усвајају воду и постављају одређене

захтеве у погледу њеног снабдевања. У систему клима-земљиште-биљка неопходно је утврдити одређене законитости и на тај начин природне услове искористити за практичне потребе. Вода има посебну улогу у животу биљака, јер се сви животни процеси у њима нормално одвијају само у условима непрекидног и довољног обезбеђења водом. Ниједан други чинилац спољне средине не оставља тако дубок траг на спољну и унутрашну структуру биљака као недостатак воде у земљишту и ваздуху, истиче Петинов (цит. Вучић, 1976). Пустињским или полупустињским пределима вода доноси живот, а у области умерене климе, уз разумно и стручно коришћење обиље и сигурност. У условима повећаног прираштаја становништва све земље света чине огромне напоре у циљу повећања пољопривредне производње, која у многим земљама не задовољава потребе, било због ниских и нестабилних приноса, било због стално растућег броја становништва. Једино наводњавање омогућује планску, сигурну пољопривредну производњу која има посебан значај у аридним и семи аридним рејонима.

У нашим променљивим климатским условима у летњем периоду суша је редовна појава, и често оставља озбиљне последице на умањење приноса пољопривредних биљака. Са агрономског аспекта дефинише се недовољном обезбеђеношћу биљака водом, односно када је стварна потрошња воде мања од потреба биљака за водом без обзира на узроке. Последњих година суша је интензивнија, чешће се јавља и дуже траје, тако да у неким рејонима често угрожава производњу. У наредном периоду може се очекивати још већи дефицит воде у биљној производњи, што је предвиђено моделом о глобалним климатским променама, тако да се јавља потреба за детаљнијом анализом овог феномена.

Пре него што се приступи пројектовању система за наводњавање потребно је детаљно анализирати климатске услове, у првом реду падавине, јер биљкама треба обезбедити сталан прилив воде у приступачном облику за нормалан раст и развиће. За ту намену конструише се крива обезбеђености падавинама којом се утврђује вероватноћа појаве одређене количине падавина у испитиваном периоду. Неопходно је утврдити и потрбе биљака за водом (ЕТР), kako би се обезбедило оптимално снабдевање биљака водом у току вегетације. Директне методе мерења ЕТР повезане су са коришћењем одређене опреме, бројним узорковањима и мерењима, и због тога је разрађен читав низ поступака за индиректан обрачун њених вредности на бази метеоролошких и других елемената. Међутим, упркос бројним мерењима и упоређењима остаје констатација да не постоји универзални индиректни метод за различита климатска подручја, већ је сваки од њих локалног или регионалног карактера. Упоређењем обезбеђености падавинама са потенцијалном евапотранспирацијом утврђује се дефицит воде у вегетационом периоду и тако одређује норма наводњавања, хидромодул заливног система, као и димензионисање хидрограђевинске опреме.

МЕТОД РАДА

Основа за обрачун водног биланса је потенцијална евапотранспирација. Постоји више обрачунских метода за одређивање потенцијалне евапотранспирације које имају универзалну примену на ширем подручју у зависности од климатских карактеристика рејона. За обрачун потенцијалне евапотранспирације коришћене су методе Penman, Thornthwaite и Blaney-Criddle. У зависности од примењене методе, поред вредности потенцијалне (ЕТР) или референтне (ЕТо) евапотранспирације, за обрачун водног биланса потребно је познавати вредности различитих метеоролошких елемената.

Метода Penman-a:

ETo = Cp*[W*Rn+(1-W)*f(u)*(ea-ed)]

Eto = референтна евапотранспирација (mm/dan)

W = температурни коефицијент (зависи од температуре и географске ширине)

Rn = нето радијација, изражена у еквивалентима евапотранспирације (mm/dan)

f(u) = функција хоризонталне брзине ветра

ea = максимални притисак водене паре у ваздуху на температури водене површине (mb)

ed = притисак водене паре у ваздуху при температури тачке росе (mb)

Cp = Penman-ов корекциони фактор

Метода Thornthwaite-a:

ETo = 16*K(10*t/I)^{a}

ETo=месечна потенцијална евапотранспирација (mm)
K = корекциони коефицијент за географску ширину

t = средња месечна температура ваздуха (°C)

I = годишњи термички индекс (добија се сабирањем месечних термичких индекса)

i = месечни термички индекс (i = $(t/5)^{1.514}$)

a = експоненцијални коефицијент (a = 0.016*I+0.5)

Метода Blaney-Criddle-a:

ETo= Cb*[p*(0.46*T+8)]

ETo = референтна евапотранспирација (mm/dan)

Cb = Blaney-Criddle корекциони коефицијент (зависи од минималне релативне влажности ваздуха, дужине осунчавања и брзине ветра)

T = средња дневна температура ваздуха (°C)

p = проценат дневног трајања обданице у односу на годишњу вредност обданице као 100 %

За обрачун ЕТР коришћени су такође и подаци о висини испаравања воде са слободне водене површине из евапориметара различитог типа: Class „A", Wilda i Picha.

За обрачун ЕТР ратарских и повртарских биљака, као и водног биланса у агроеколошким условима Војводине користи се и биоклиматски метод применом хидрофитотермичких индекса. Поред тога овај поступак се користи и као основа за заливни режим ратарских и повртарских биљака, односно за одређивање времена заливања. Такође има и општи значај, јер се његовим обрачуном може анализирати појава суше, њено трајање и интензитет.

Анализа суше вршена је обрачуном индекса суше De Martonn-a (Миливојевић, 1980), методом Hergreaves-a (Бошњак, 1993), Драговић (1995) и водног биланса земљишта (Вучић и Бошњак, 1989), (Драговић, 1997).

За конструисање криве обезбеђености падавна за потребе наводњавања коришћени су вишегодишњи подаци, узети са Главне метеоролошке станице Римски Шанчеви. Анализа је вршена за хидролошку годину, вегетациону сезону и период јул-август. Падавине су сређене по висини у силазном низу, а затим груписане у интервале од 25 mm. Одређен је број година у сваком интервалу, формирана кумулација изнад и обрачунат просек интервала.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Обрачун ЕТР методама Penman, Thornthwaite и Blaney-Criddle

У литератури постоје бројне формуле за индиректни обрачун ЕТР. У већини формула користе се појединачни метеоролошки елементи, а у неке је укључено више метеоролошких и других елемената у настојању да се утврди комплекснија анализа деловања више фактора на ЕТР. Бошњак (1985) је користио различите методе за обрачун референтне евапотранспирације (ЕТо) са циљем да се анализом корелације утврди однос обрачунате ЕТР и ЕТР кукуруза и соје утврђене пољским огледима у агроеколошким условима Војводине. Коришћене су методе Penman, Thornthwaite и Blaney-Criddle (Таб. 1). Добијене су различите вредности ЕТо по формулама наведених аутора, а такође и знатна одступања од измерених вредности ЕТР кукуруза и соје. Међутим, остварена је статистички оправдана корелација ЕТо наведеним формулама са измереном ЕТР кукуруза и соје. То је гаранција да се ове формуле могу користити у агроеколошким условима Војводине под условом да се користе утврђене једначине регресије или корекциони коефицијенти. Утврђени су корекциони индекси за превођење обрачунатих вредности ЕТР у вредности ЕТР кукуруза и соје (Таб. 2).

Обрачун ЕТР мерењем испаравања воде са слободне водене површине

Постоји могућност да се потребе биљка за водом повежу са испаравањем воде са слободне водене површине што у многоме олакшава решење проблема, јер се испаравање са водене површине мери у метеоролошким станицама широм света. Основу оваквој концепцији даје чињеница да евапотранспирација (ЕТ) при оптималном снабдевању биљака водом, као и испаравање са слободне водене површине подлежу физичким законима испаравања. Иако транспирација неоспорно зависи од услова спољне средине, исто тако зависи и од особина биљке, па је она у ствари биофизички процес и зато укупну потребу биљака за водом треба сматрати само приближно еквивалентном испаравању са слободне водене површине. Коришћење података о евапорацији без обзира на корекционе коефицијенте, не може у сваком случају да се прихвати као сигурна основа за обрачун потреба биљака за водом, већ је неопходно да се ове потребе утврде, а тек онда је могуће утврдити корелацију између добијених вредности и испаравања са слободне водене површине. На овај начин добијене формуле и односи имају регионални

карактер, али и велику практичну вредност за одређено подручје. Бошњак (1984) указује да се обрачун ЕТР биљака индиректно преко евапорације из евапориметара поузданије одређује него помоћу једног или више метеоролошких елемената који се користе у формулама јер су Е и ЕТР условљене истим метеоролошким чиниоцима. Коришћени су подаци висине евапорације из евапориметара различитог типа Class „A", Wilda i Picha. Истовремено је утврђена ЕТР кукуруза и соје на огледном пољу Института за ратарство и повртарство у Новом Саду применом различитих комбинација заливања и контроле без наводњавања поступком водног биланса земљишта. Утврђена је позитивна високо сигнификантна корелација између Е из свих евапориметара и ЕТР кукуруза и соје, што значи да се Е из евапориметара може користити као основа за обрачун ЕТР биљака (Бошњак, 1983). Корекциони индекси су приказани у Таб. 3. Добијеним индексима се поједностављује обрачун ЕТР што у пракси наводњавања омогућује свакодневно билансирање садржаја лакоприступачне воде у земљишту, односно одређивање времена заливања.

Обрачун ЕТР биоклиматским поступком

За обрачун ЕТР ратарских и повртарских биљака у агроеколошким условима Војводине врло успешно се користи и биоклиматски метод применом хидрофитотермичких индекса (Вучић, 1971). Хидрофитотермички индекси показују колико милиметара воде троше биљке на евапотранспирацију за сваки степен средње дневне температуре ваздуха. За обрачун ЕТР могу да се користе и други метеоролошки елементи дефицит засићености ваздуха воденом паром, релативна влажност ваздуха, соларна радијација, инсолација, брзина ветра и др. Најприхватљивије је користити средњу температуру ваздуха, јер се до ње најлакше долази, а њене вредности не варирају значајније у појединим рејонима Војводине. Просечне вредности хидрофитотермичких индекса за период вегетације кукуруза износе 0.15 (Вучић и Јоцић, 1970), шећерне репе 0.18 Драговић (1973), соје 0.16-0.17 (Вучић и Бошњак, 1980), сунцокрета 0.16, луцерке 0.20 (Бошњак, 1991), хмеља 0.18 (Кишгеци, 1974), кромпира 0.19 (Бошњак и Пејић, 1995). Обрачун потенцијалне евапотранспирације врши се формулом:

$$ETP = hi \cdot St$$

ETP = потенцијална евапотранспирација за период или потпериод вегетације (mm)

hi = хидрофитотермички индекс

St = сума средње дневних температура за период или потпериод вегетације(°C)

Таб. 1. Обрачуната ЕТ (mm) формулама Penman, Thornthwaite и Blaney-Criddle (Бошњак, 1985)

Година	Месец	Penman	Thornthwaite	Blaney-Criddle
1979	IV	95,3	52,7	115,3
	V	136,9	109,5	159,8
	VI	158,7	160,6	187,4
	VII	134,8	139,9	178,3
	VIII	127,5	130,7	165,9
	IX	89,5	96,1	134,6
	Укупно	724,7	689,5	941,3
1980.	IV	70,6	44,1	108,2
	V	106,5	89,3	148,1
	VI	149,3	133,0	174,5
	VII	130,4	141,2	181,1
	VIII	110,0	129,1	166,6
	IX	68,9	77,6	128,8
	Укупно	635,7	614,3	907,3
1981.	IV	98,6	58,9	119,1
	V	125,4	102,7	156,2
	VI	104,5	147,2	180,6
	VII	124,3	149,5	183,1
	VIII	90,8	138,0	169,2
	IX	35,9	98,3	135,6
	Укупно	579,5	694,6	942,8

Таб. 2. Корекциони индекси ЕТР кукуруза и соје у односу на обрачунате вредности ЕТ (Бошњак, 1985)

Месец	Кукуруз			Соја		
	Penman	Thornthwaite	Blaney-Criddle	Penman	Thornthwaite	Blaney-Criddle
Vegetaci	0,42	0,52	0,34	0,37	0,45	0,29
j	0,91	0,85	0,69	0,75	0,70	0,57
VI	0,88	0,80	0,63	0,87	0,79	0,62
VII	1,03	0,85	0,67	1,00	0,82	0,65
VIII	0,86	0,61	0,42	0,84	0,60	0,41
IX						
Просек	0,82	0,73	0,55	0,77	0,67	0,51

Таб. 3. Корекциони индекси ЕТР кукуруза и соје у односу на Е из евапориметара (Бошњак, 1983)

Месец	Кукуруз			Соја		
	Class A	Wild	Piche	Class A	Wild	Piche
Вегетација	0,42	0,83	0,32	0,37	0,77	0,28
VI	0,75	1,88	0,70	0,63	1,55	0,59
VII	0,70	1,50	0,67	0,69	1,47	0,66
VIII	0,67	1,61	0,67	0,64	1,56	0,64
IX	0,53	1,34	0,46	0,50	1,26	0,44
Просек	0,60	1,33	0,51	0,57	1,32	0,51

Вредности хидрофитотермичких индекса нису исте у целом периоду вегетације, мање су на почетку и крају вегетације, а највеће у летњим месецима и у корелацији су са растом и развићем биљака и променом метеоролошких услова који одређују потрошњу воде (Драговић и сар., 1991), (Таб. 4). Резултати водног биланса могу се приказивати табеларно и графички (Таб. 5. и Граф. 1).

Таб. 4. Хидрофитотермички коефицијенти биљака за агроеколошке услове Војводине (Драговић, 1991)

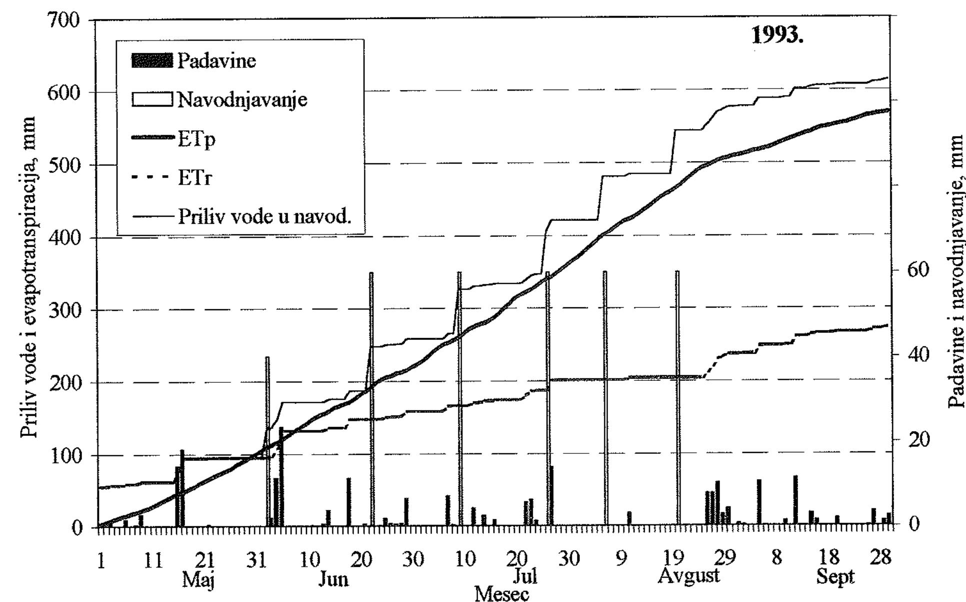
Месец	Средња дневна темп. °C	Биљна врста			
		Шећерна репа	Кукуруз	Соја	Озима пшеница
Мај	< 15.1	0.12	0.12	0.10	0.14
	15.1-18.3	0.15	0.14	0.11	0.17
	>18.3	0.18	0.17	0.14	0.21
Јун	< 18.4	0.17	0.14	0.15	0.11
	18.4-21.0	0.20	0.16	0.17	0.13
	> 21.0	0.22	0.18	0.19	0.15
Јул	< 20.1	0.19	0.16	0.16	
	20.1-22.7	0.21	0.18	0.18	
	> 22.4	0.24	0.20	0.20	
Август	< 19.2	0.17	0.15	0.15	
	19.2-22.4	0.20	0.18	0.17	
	> 22.4	0.23	0.21	0.19	
Септембар	< 15.4	0.10	0.10	0.10	
	15.4-18.3	0.12	0.12	0.11	
	> 18.3	0.14	0.14	0.13	

Tab. 5. Обрачун водног биланса шећерне репе у 1993. години (Драговић, 1996)

Датум	Средња дневна темп. ваздуха (°C)	Падавине (mm)	ХФТИ	Дневна ETP (mm)	Сумарна ETP (mm)	Наводњавање (mm)	Прилив воде у наводњавању (mm)
1.05.	16.8		0.15	2.52	2.52		55.00
.							
.							
1.07.	18.4		0.19	3.50	222.78		258.00
2.07.	20.7		0.21	4.34	227.13		258.00
3.07.	24.3		0.24	5.83	223.96		258.00
4.07.	26.0		0.24	6.24	239.20		258.00
5.07.	27.1		0.24	6.50	245.70		258.00
6.07.	20.3		0.21	4.26	249.97		258.00
7.07.	15.0	7.2	0.19	2.85	252.82		265.2
8.07.	17.0	0.4	0.19	3.23	256.05		265.6
9.07.	19.7		0.19	3.74	259.79	60.00	325.60
10.07.	22.8		0.24	5.47	256.26		325.60

Графичким приказом водног биланса се сагледава природни дефицит воде у вегетационом периоду. Што је удаљеност линија потенцијалне и стварне евапотранспирације већа, и појава удаљавања ранија, обезбеђеност биљака водом у природним условима је лошија и обрнуто. Јасно се уочава почетак, интензитет и трајање суше. Дефицит воде може се анализирати по фазама раста и развића и његов утицај на остварене приносе. Разлика између вредности линија потенцијалне и стварне евапотранспирације представља недостатак воде који је потребно надокнадити наводњавањем.

Обрачуном дневне евапотранспирације може се свакодневно билансирати садржај лакоприступачне воде у зони активне ризосфере биљака и када се њене резерве сведу на минимум приступа се заливању. Приликом обрачуна биланса у обзир се узимају падавине које се додају резерви лакоприступачне воде. Уколико су падавине веће него што је капацитет активне ризосфере земљишта за лакоприступачну воду, неопходно је обрачунати процеђену воду у дубље слојеве.



Граф. 1. Водни биланс шећерне репе у 1993. години (Драговић, 1996)

Коришћење метеоролошких података у анализи суше

Суша је један од најважнијих ограничавајућих фактора биљне производње. Главни узрок суше је недовољна количина и неповољан распоред падавина у односу на потребе биљака за водом. Са пољопривредног становишта, суша се дефинише као недостатак воде у земљишту у односу на потребе гајених биљака, за обезбеђење услова за нормалан раст и развиће биљака. Поповић (1997) истиче да се суша јавља сваке године на територији Југославије, у трајању од 25.9 до 46.4 дана. Уколико бескишни период траје месец дана или дуже у току вегетационе сезоне, принос већине гајених биљних врста мањи је за 50 % или више у односу на оптималне услове. Уколико се суша појави у неколико узастопних година, утицај на пољопривредну производњу је катастрофалан.

Године са довољном количином и повољним распоредом падавина у Југославији су ретке. Према Вучићу (1991) појавила се 1976. и до 1991. године није се поновила. Оваквих година има око 10 %.

Евидентно је да су и у прошлости суше биле честа појава, да су захватале широка пространства и имале трагичне последице на људе. Међутим, мало је писаних докумената у којима су забележене овакве појаве. Тек након оснивања метеоролошке службе и свакодневног праћења метеоролошких елемената могуће је водити евиденцију о појединим сушним годинама, анализирати трајање и интензитет суше.
За анализу суше у промењивим климатским условима, од метеоролошких елемената најчешће се користе подаци о укупној количини и распореду падавина током године, посебно у току вегетационог периода, као и подаци о температури и релативној влажности ваздуха. Коришћењем метеоролошких елемената у одређеном временском интервалу интензитет суше може се одредити помоћу „индекса суше", који је дефинисао De Martonne (Миливојевић, 1980) употребом следећих формула:

Годишњи индекс суше $I = P/(T+10)$

Индекс суше за вегетациони период

$I = 2P/(T+10)$

Месечни индекс суше $I = 12P/(T+10)$

P= сума падавина за анализирани период

T=средња температура ваздуха испитиваног периода (°C)

Граничне вредности индекса суше:

< 10	врло аридни услови
10-20	аридни услови
10-21	
20-30	семиаридни услови
20-31	
> 30	хумидни услови

Оцена интензитета суше према суми годишњих или вегетационих падавина не представља реалан индикатор у поређењу са анализом према количини падавина у јулу и августу, када су захтеви биљака за водом највећи. Анализа суше за подручје источне Србије (Драговић, 1997), потврдјује овај закључак (Таб. 6).

Таб. 6. Проценат сушних година (1967-1995) у источној Србији према индексу суше (Драговић, 1997)

Анализирани период	Граничне вредности индекса суше			
	<10 врло аридно	10-20 аридно	20-30 семи аридно	>30 хумидно
Година	0.0	3.4	58.6	37.9
Вегетациони период	0.0	24.1	55.2	20.7
Јул+Август	24.1	37.9	20.7	17.2

Индекс обезбеђености водом (MAI) користи се широм света за одређивање дефицита падавина за биљну производњу. Дефинише се као однос између месечне количине падавина са 75 % вероватноћом појаве (P) и потенцијалне (ETP) или референтне (ETo) евапотранспирације, односно потреба биљака за водом у одређеном подручју:

$MAI = P/ETo$

Према Hergreaves-u (1992), рејони са месечним MAI вредностима нижим од 0.33 сматрају се аридним и неповољним за пољопривредну производњу без наводњавања.

Таб. 7. Општа потенцијална евапотранспирација (ETo), падавине са вероватноћом обезбеђености 75 % (P) и индекси обезбеђености водом (MAI) (Бошњак, 1993)

ETo		Месец			
		VI	VII	VIII	VI-VIII
		100	100-120	100-120	300-340
P (mm)	Суботица	52	44	44	140
	Нови Сад	70	44	39	165
	Сремска Митровица	70	44	32	174
MAI	Суботица	0,52	0,44-0,37	0,44-0,37	0,46-0,41
	Нови Сад	0,70	0,44-0,37	0,39-0,32	0,55-0,48
	Сремска Митровица	0,70	0,44-0,37	0,32-0,26	0,58-0,51

Вредности месечних индекса обезбеђености влагом, како истиче Бошњак (1993), врло су ниски, посебно у јулу и августу (Таб. 7). На основу ове класификације може се констатовати да је клима у Војводини у летњем периоду семи аридна до аридна.

Да би се анализирала суша са пољопривредног становишта, поред метеоролошких података, потребно је познавати и приносе пољопривредних биљних врста остварене у таквим условима. Наиме, у сушним годинама приноси пољопривредних биљака значајно се смањују, нарочито оних врста које имају веће потребе за водом. Међутим, када дефицит падавина у периоду вегетације износи више од једне половине потреба за водом гајених биљака, а период без продуктивних падавина траје месец или више дана, приноси већине усева смањују се за један или више пута у односу на оптималне услове. Такве године називају се екстремно сушне (Драговић, 1994).

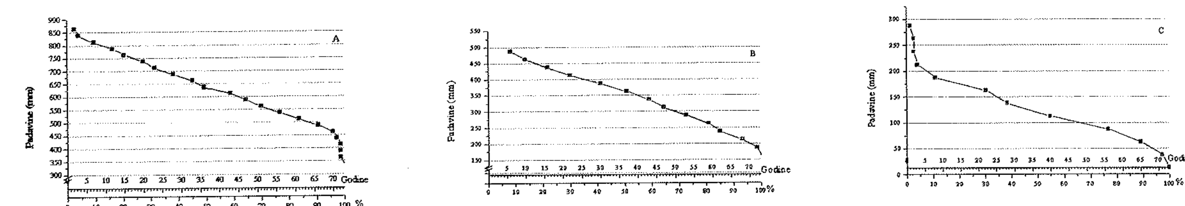
Пре него што се приступи пројектовању система за наводњавање потребно је утврдити природну обезбеђеност биљака водом од падавина, што представља озбиљно питање, нарочито у промењљивим семи аридним или семи хумидним климатским условима, где је изражена велика варијабилност падавина, како по количини тако и по распореду.

За ту намену конструише се крива обезбеђености падавинама (Граф. 2). Њом се утврђује проценат обезбеђености било које количине падавина, или вероватноћа са којом се може очекивати њихова појава. Упоређењем обезбеђености падавина са потенцијалном евапотранспирацијом утврђује се дефицит воде за период вегетације, што служи за одређивање норме наводњавања, хидромодула заливног система, као и за димензионисање хидрограђевинске опреме.

Анализу суше могуће је извршити и помоћу водног биланса земљишта. На основу података о температури ваздуха и падавинама обрачунате су потенцијална (ETP) и стварна (ETR) евапотранспирација. Сагледавањем разлике између ETP и ETR на нивоу периода или потпериода вегетације, утврђује се мањак лакоприступачне воде у земљишту за дати период. Истовремено овај мањак представља норму наводњавања (Таб. 8).

Таб. 8. Водни биланс земљишта (Драговић, 1997)

Локација	Елементи	Месец						Вегетац период	Год. сума
		IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Зајечар 1967-1995	t °C	11.1	16.2	19.4	21.2	20.6	16.5	17.5	
	P (mm)	52	68	70	59	38	41	328	593
	ETP (mm)	40	75	116	138	128	59	556	
	ETR (mm)	40	75	116	66	38	41	376	
	M (mm)	0	0	0	72	90	18	180	
Војводина 1946-1991	t °C	12.1	17.0	19.9	22.0	21.6	18.2	18.5	
	P (mm)	52	62	86	68	54	38	360	590
	ETP (mm)	44	79	119	143	134	66	585	
	ETR (mm)	44	79	119	78	54	38	412	
	M (mm)	0	0	0	65	80	28	173	



Граф. 1. Крива обезбеђености падавинама за рејон јужне Бачке за хидролошку годину (А), вегетациони период (В) и период јул+август (С) 1924-1996. године

ЛИТЕРАТУРА

Бошњак, Ђ. 1983. Евапорација са слободне водене површине као основа заливног режима и њен однос према ЕТР кукуруза и соје. Архив за пољопривредне науке 44, 155, 323-344.

Бошњак, Ђ. 1984. Евапорација у зависности од типа евапориметра као основа за обрачун ЕТР у Војводини. Водопривреда, 16,87, 3-6.

Бошњак, Ђ.1985. Могућност примене неких формула за обрачун ЕТР у агроеколошким условима Војводине. Водопривреда, 17, 93, 13-16.

Бошњак, Ђ. 1991. Заливни режим луцерке у агроеколошким условима Војводине. Зборник Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 19, 235-245.

Бошњак, Ђ. 1993. Стање, последице и предвиђање суше у Војводини. Зборник Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 21, 85-95.

Бошњак, Ђ., Пејић, Б. 1995. Заливни режим кромпира у климатским условима Војводине. Савремена пољопривреда, 1-2, 119-125.

Вучић, Н., Јоцић, Б. 1970. Прилог одређивању времена заливања кукуруза на основу свакодневног утрошка воде на евапотранспирацију. Архив за пољопривредне науке, Београд, Св 20.

Вучић, Н. 1976.: Наводњавање пољопривредних култура, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

Вучић, Н., Бошњак, Ђ. 1980. Потенцијална евапотранспирација соје у климатским условима Војводине. Савремена пољопривреда, 28, 7-8, 327-335.

Вучић, Н., Бошњак, Ђ. 1989. Водни биланс земљишта реалан приступ оцени појаве суше њеног трајања и интензитета. Савремена пољопривреда, 1-2, 63-70.

Драговић, С. 1973. Наводњавање шећерне репе у условима различитог нивоа исхране на чернозему. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

Драговић, С., Верешбарањи, И., Максимовић Ливија, Лабат Ана. 1991. Одређивање заливног режима анализом водног биланса. Зборник Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 83-97.

Драговић, С. Максимовић Ливија. 1996. Computer-Operated Soil Water Balance for Scheduling Irrigation. Proceedings of the International Conference "Evapotranspiration and Irrigation Scheduling", San Antonio, Texas, 485-490.

Драговић, С., Станојевић, Д., Алексић Валентина, Карагић, Ђ. 1997. The intensity of drought in Eastern Serbia and its effect on crop production. Proceedings of the International Symposium on Drought and plant production, Beograd, Vol. 1, 71-83.

Кишгеци, Ј. 1974. Водни режим биљака хмеља у различитим условима наводњавања и минералне исхране. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

Миливојевић, Ј. 1980. Иригациони водни режим чернозема у околини Бачког Градишта. Магистарски рад, Пољопривредни факултет, Београд.

ПРОСТОРНА РАСПОДЕЛА НЕКИХ ЕЛЕМЕНАТА КЛИМЕ ПОДРУЧЈА СЛИВА РЕКЕ КАМЕНИЦЕ

Гордана Шекуларац
Агрономски факултет, Цара Душана 34, 32000 Чачак, Југославија
Драгица Стојиљковић
Пољопривредни факултет, Институт за уређење вода,
Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад, Југославија

Abstarct

Distribution of the average annual precipitations and the average annual air temperatures are presented for the whole region of the Kamenica river basin, for every marked geomorfological unit of the area. The indicated parameters are natural constituents of the erosion process. These parameters are in the function of the average altitudes, so their values have been established depending on this function. By applying specific methodology aiming at defining their values, we enable to come up to diagnosis of the erosion process in the area of study.
Key words: basin, precipitations, air temperatures

Абстракт

За целокупно подручје слива реке Каменице, за сваку издвојену геоморфолошку јединицу подручја, приказана је расподела средњих годишњих падавина и средње годишње температуре ваздуха. Назначени параметри, природни су чиниоци процеса ерозије. У функцији су средњих надморских висина, па су у зависности од не и одређене њихове вредности. Применом посебне методологије, у циљу дефинисања њихових вредности омогућујемо да се приступи дијагностицирању процеса ерозије на проучаваном подручју.
Кључне речи: слив, падавине, температуре ваздуха

1. УВОД

Метеоролошке појаве и елементи, којима поред осталих припадају падавине и температура ваздуха, природни су чиниоци процеса ерозије земљишта.

Процесу ерозије изложена су сва земљишта на подручјима са израженим рељефом. Изражен рељеф са фактором климе, доприноси појави процеса ерозије.

Слив реке Каменице, део је подручја западне Србије са израженим процесом ерозије. Обухвата површину (F) od 212,17 km^2. То је хидрографсика целина коју чине мање јединице са свим геоморфолошким одликама, подсливови, њихови непосредни делови, микро сливови и непосредни део слива Каменице.

На сваком издвојеном делу површине слива Каменице, изражен је процес ерозије, који је изазван водом падавина. Температура ваздуха доприноси појави процеса ерозије земљишта водом. То је разлог да се применом посебних метода, одреде падавине и температура ваздуха на свакој издвојеној јединици површине слива.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За дефинисање висине падавина које падну на подручје слива Каменице, послужила је метода интерполације вредности висине падавина помоћу кишног градијента (Bonacci, 1984).

На основу средњих годишњих падавина, падавинских станица Чачак, Каменица, Дивчибаре (Републички хидроме теоролошки завод, 1930-1961), интерполацијом на ниво средњих надморских висина (N_{sr}), дефинисане су средње годишње падавине за сваки подслив, непосредне делове њихових површина, микрослив, непосредни део површине слива Каменице, као и за целокупан њен слив.

Температура ваздуха свих геоморфолошких делова површине подручја слива реке Каменице, израчуната је на основу температуре ваздуха ниже метеоролошке станице (Центар за истраживање у пољопривреди, 1949-1995) применом вертикалног температурног градијента (Дукић, 1984). У поступку таквог рачунања, висинска разлика се односи на разлику између средње надморске висине (N_{sr}) сваке мање јединице у оквиру подручја слива реке Каменице и надморске висине Чачка.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У поступку проучавања процеса ерозије земљишта одређеног подручја, најзначајније су кише јаких интензитета. Пре него што би се приступило таквом анализирању, неопходно је сагледати средње месечне, сезонске и годишње падавине. Такви подаци, за падавинске станице подручја слива Каменице, приказани су у Табели 1.

Подаци из Табеле 1, обавештавају да се висина падавина повећава са повећањем надморске висине.

Одлика подручја западне Србије, а и наведених падавинских станица са подручја проучавања је, да највише талога падне за време летњих месеци, просечно око 30%, затим у пролеће око 26%, онда у јесен око 25% и најмање зими, просечно око 19% укупних годишњих падавина.

На планинском подручју Дивчибара, у току лета и пролећа падне око 60% укупних годишњих падавина. Овакав податак је значајан за процес ерозије падина, који је на подручју Дивчибара изражен. Највеће количине падавина су у току маја, јуна и јула месеца, а најмање у фебруару и јануару.

Табела 1. Средње месечне, сезонске и годишње висине падавина падавинских станица Чачак, Каменица Дивчибаре, мм (1930-1961)

		Падавинске станице		
		Чачак	Каменица	Дивчибаре
Надмор. висина, м		242	450	950
	I	48.6	48.7	33.0
	II	41.0	44.8	39.6
	III	43.7	50.8	50.9
M	IV	58.3	57.2	78.9
e	V	82.9	84.8	107.7
s	VI	88.2	77.8	93.3
e	VII	66.0	80.6	96.4
c	VIII	50.4	60.5	81.8
i	IX	57.1	53.4	59.2
	X	65.1	61.0	85.3
	XI	63.5	61.8	71.1
	XII	53.7	63.7	55.7
Пролеће		184.9	192.8	237.5
Лето		204.6	218.9	271.5
Јесен		186.7	176.2	215.6
Зима		143.3	157.2	128.3
Годишње		718.5	745.1	852.9

У даљем поступку обраде киша, дефинисане су висине падавина које падну на сваки издвојени део површине подручја слива Каменице.

То је учињено методом интерполације вредности висине падавина помоћу кишног градијента.

Кишни градијент се повећава са порастом надморске висине падавинске станице. Назива се још и вертикални градијент падавина, а приказује разлику у висини падавина између две падавинске станице на сваких 100m надморске висине, $\Delta h \times 100$ m $^{-1}$ (Милосављевић, 1988).

Тако су на основу средњих годишњих падавина, падавинских станица Чачак, Каменица и Дивчибаре, интерполацијом на ниво средњих надморских висина (N_{sr}), дефинисане средње годишње падавине за сваки подслив, непосредни његов део, микрослив, као и за непосредан део површине слива Каменице и за целокупан њен слив.

Кишни градијент измедју падавинских станица Каменице и Чачка (Δx) на сваких 100 м надморске висине износи 12,8 mm. Његова вредност између падавинских станица Дивчибаре и Чачак, је 19,0 мм, док између Дивчибара и

Каменице износи 21,6 мм на сваких 100 м надморске висине.

Наведени подаци обавештавају, да је значајан утицај планине Дивчибара на повећање годишње суме падавина са порастом надморске висине.

Средње годишње падавине подручја слива реке Каменице (N_{sr}=638,32 m), износе 793,6 mm.

За сваки издвојени део површине слива Каменице, средње годишње падавине у директној су корелацији са средњим надморским висинама. Тако, од свих издвојених подсливова, подслив Ћурила река (N_{sr}=396,87m) има најмању средњу годишњу висину падавина (738,3 mm), а Црна Каменица (N_{sr}=795,36 m), највећу (819,4 mm).

Одлика подсливова: Грабовац, Раковица, Турски поток, Јововац, Паљевински поток, Рујевац, Буковац, Ловница, Дугачки поток, Трнавски поток, Ћуверак, Перилиште, Перило, Васовића река, Бабовића поток, Селски поток, Љутореч, Тиња, Козлица и Бела Каменица је да, у просеку, на њих падне воденог талога у висини између претходне две назначене величине.

Непосредни део подслива, Ћурила река (N_{sr}=406,51 m), са најмањом је средњом годишњом количином падавина (739,5 mm), док је Бела Каменица (N_{sr}=827,19 m) са највећом средњом количином падавина (826,3 mm).

Непосредни делови подсливова Ловнице, Љутореча и Тиње, имају средње годишње висине падавина од 765,7 mm, 789,8 mm i 802,4 mm.

Од свих издвојених микросливова, микрослив Бјелоушки поток (N_{sr}=349,11 m) са најнижом је средњом годишњом висином падавина (732,2 mm), а Чалачки поток (N_{sr}=1020,97 m), са највишом је средњом висином падавина (868,2 mm).

Подручја свих осталих издвојених микросливова: Дмитров поток, Беглук, Дивнића поток, Бајића поток, Добра вода, Караулски поток, Чанчаров поток, Паљевински поток, Трумбулов поток, Матијевића поток, Томин поток, Чоловића поток, Бели поток, одликују се средњим годишњим падавинама чија је висина између назначене претходне две.

Непосредни слив Каменице (N_{sr}=476,67 m) има средњу годишњу висину падавина 763,0 mm.

Температура ваздуха, други агресивни чинилац процеса ерозије земљишта, опада са порастом надморске висине. Опадање температуре ваздуха са повећањем висине, у планинским подручјима просечно износи 0,56 ^{0}C на сваких 100 m висинске разлике (Милосављевић, 1988).

Вредност вертикалног температурног градијента од 0,56 ^{0}C на сваких 100 м висинске разлике, примењена је у поступку прорачуна температуре ваздуха за сваки издвојени геоморфолошки део површине слива Каменице.

Висинска разлика се односи на разлику између средње надморске висине (N_{sr}) тако издвојених делова површине слива Каменице и надморске висине Чачка (242 m).

Средње месечне и средња годишња температура ваздуха за Чачак, приказана је у Табели 2, и основа је за прорачун средње годишње температуре ваздуха за слив реке Каменице.

Средња годишња температура ваздуха слива реке Каменице, износи 8,5 ^{0}C.

Табела 2. Средње месечне и средња годишња температура ваздуха за Чачак, ^{0}C (1949-1995)

		Чачак, °C
	I	–0.7
	II	1.3
	III	5.9
М	IV	10.9
е	V	15.8
с	VI	19.2
е	VII	20.8
ц	VIII	20.5
и	IX	16.8
	X	11.1
	XI	5.6
	XII	1.3
Годишња		10.7

Најнижу средњу годишњу температуру ваздуха има подслив Црна Каменица (7,6 ^{0}C), а највишу Ћурила река (9,8 ^{0}C).

Непосредни део подслива Бела Каменица има најнижу средњу годишњу температуру ваздуха (7,4 ^{0}C), а Ћурила река, највишу (9,8 ^{0}C).

Микрослив Чалачки поток, са најнижом је средњом годишњом температуром ваздуха (6,3 ^{0}C), док је Бјелоушки поток, са највишом (10,1 ^{0}C).

Преостале издвојене јединице површине слива Каменице, као при анализирању средњих годишњих падавина, у распону су између наведених.

Сви наведени параметри, битни су чиниоци процеса ерозије, те поред осталих омогућавају, да се дијагностицира процес ерозије земљишта.

4. ЗАКЉУЧАК

За сваку издвојену геоморфолоошку јединицу слива Каменице, одређени су климатскии чиниоци процеса ерозије, падавине и температуре ваздуха.

Оба климатска параметра, у функцији су средњих надморских висина делова подручја слива. Са порастом надморске висине, где рељеф омогућује да се процес ерозије испољи, падавине се повећавају те омогућавају да се процес ерозије јаче испољи.

Мада је температура ваздуха у обрнутој сразмери са надморским висинама подручја, назначене средње годишње температуре ваздуха, још један су значајан природни чинилац испољавања процеса ерозије земљишта.

5. ЛИТЕРАТУРА

Bonacci, O., 1984. Метеоролошке и хидролошке подлоге. Поглавље Приручника за хидротехничке мелиорације. И коло, књига 2, 39-30, Загреб.

Центар за истраживање у пољопривреди, 1949-1995. Подаци о температурама ваздуха, Чачак.

Дукић, Д., 1984. Хидрологија копна. Београд.

Милосављевић, М., 1988. Климатологија, Београд.

Милосављевић, М., 1988. Метеорологија, Београд.

Републички хидрометеоролошки завод, 1930-1961. Подаци о падавинама, Београд.

УЛОГА И ЗНАЧАЈ МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У ШУМАРСТВУ

Др Милун Крстић
Шумарски факултет у Београду, Кнеза Вишњслава 1
11030 Београд, Југославија

Abstract

This paper emphasizes the significance of climate for forest and the effect of forest on climate - the significance for the survival of forest ecosystems as natural resources in a region, for the occurrence and survival of individual plant species, for the beginning, length and the end of the growing season, etc., as well as the global influence on the climate and the changes of climatic factors in the forest and its immediate surroundings. The paper emphasizes the forest as the stabilizing factor of the balance between the tendency of increasing environmental pollution and normal function of natural environment. Special reference is made to the significance of climatic data for planning and performing silvicultural operations in forest management practice.

Абстракт

У раду је указано на значај климе за шуму и утицај шуме на климу - значај за постојање шумских екосистема као природних ресурса на одређеном подручју, за појаву и опстанак појединих биљних врста, за почетак, дужину трајања и завршетак вегетационог периода итд., као и глобалан утицај шуме на климу и промене климатских фактора у шуми и њеној непосредној околини. Истакнута је улога шуме, као стабилизирајућег фактора равнотеже између тенденције повећања загађења животне средине и обезбеђивања нормалног функционисања природне средине. Посебно је указано на значај климатских података за планирање и извођење одређених шумско-узгојних радова у газдовању шумама.

1. УВОД

Познато је да је интензивном индустријализацијом природна (животна) средина је угрожена контаминацијом разним полутантима у виду аерозагађења гасовитим агенсима, минералном прашином, тешким металима, чађи, димом и др. Ако је нарушавање животне средине цена коју човечанство плаћа брзом техлолошком развоју, заштита животне средине се не може сматрати никаквим чином доброчинства према природи већ одразом нужности, и после индустријске револуције као потреба се намеће "еколошка револуција" у циљу очувања услова људске егзистенције. У оваквим условима незамењива је улога шуме, као стабилизирајућег фактора равнотеже између тенденције повећања загађења животне средине, и обезбеђивања нормалног функционисања природне средине. Потреба за мултифункционалним коришћењем шума је све израженија и због тога ће у будућности све мање површина под шумом имати приоритетну функцију производње дрвета, док ће све више добијати на значају тзв. општекорисне функције: заштитно-регулаторне, санитарно-хигијенске, рекреативно-здравствено-туристичке, естетско-декоративне и др.

Према истраживањима већег броја научника широм света предвиђено је више сценарија (претпоставки) промене глобалне и регионалне климе. Радна група II WMO и UNEP-a - Међувладиног панела о климатским променама (1990), на основу података постојеће стручне литературе, дала је следећи сценарио могућих климатских промена у будућности:

1. Двоструко ефективно повећање угљен диоксида (CO_2) у атмосфери до 2025 - 2050 године

2. Глобално повећање средње температуре за 1,5 до 4-5° C

3. Неједнака глобална дистрибуција овог повећања температуре – мало повећање у тропским областима (до половине датих глобалних вредности) а веће повећање у поларним областима – двоструко повећање датих вредности

4. Ниво мора ће се подићи око 0,3-0,5 м до 2050 године и 1 м до 2100 год, а температуре површине океана ће се повећати између 0,2 и 2,5°C.

Наведене глобалне и регионалне климатске промене би се манифестовале на следећи начин: Повећање имисије би се дуплирало, а еколошки услови би се променили, што би резултирало физиолошким и биолошким променама живог света; шуме би се теже адаптирале и повећало би се њихово пропадање; био би угрожен опстанак бројних врста флоре и фауне, посебно у најосетљивијим подручјима (семиаридним) где су многе врсте које затворене у свој биолошки лимит; многе животне заједнице адаптиране на одређене услове биле би угрожене и у стресној ситуацији (терестрични екосистеми, планинске, поларне, острвске заједнице); релативно мале климатске промене би направиле велики проблем са водним ресурсима на многим подручјима, посебно у аридним и семиаридним областима, а повећање падавина и влажности земљишта се одразило на коришћење воде.

Климатски чиниоци спадају у услове средине од којих у извесним границама зависи појава и опстанак шуме и осталих биљних формација на одређеном подручју и њихов распоред. Климатски чиниоци се појављују у животу шуме и као посредни чиниоци. Учествују у педогенетским процесима - стварање посебних типова шумских земљишта. Шума се јавља и као снажан посредан еколошки чинилац под чијим утицајем настају велике промене основних климатских чинилаца - услова светлости, температуре ваздуха, кретање ваздушних маса, велики утицај на микроклиму - климатске услове у шуми и њеној непосредној околини, који су настали као последица утицаја шуме на околину. (Бунушевац, 1951).

2. УТИЦАЈ КЛИМЕ НА ШУМУ

Без обзира на чињеницу да распрострањење биљног света уопште, а самим тим и шуме, не зависи искључиво од једне групе еколошких фактора, климатски фактори имају најзначајнију улогу. На основу тога, према Бунушевцу (1951), Мајер је све шуме на северној земљиној полулопти поделио на 5 шумских климатских подручја. У сваком од њих налазе се шуме одређених врста којима климатски услови тих крајева одговарају, или тачније речено које су се прилагодиле (аклиматизовале) на климатске услове тог подручја. Мајерове шумске климатске зоне или региони се од екватора према северу, односно од низина према планинским врховима нижу једна за другом а име су добиле према врсти дрвећа које је за њих најкарактеристичније:

1. Површине под којима се налазе тропске шуме зову се по палми *palmetum*

2. Ловорове шуме - *lauretum*

3. Површине под којима се налазе листопадне шуме подељене су на топлије и назване по кестену *castanetum* и хладнији део по букви - *fagetum*

4. Површине под четинарским шумама назване су *picetum* по смрчи, *abietum* по јели и *laricetum* по аришу.

5. Површине које се налазе изнад горње висинске границе распрострањења шума назване су *alpinetum* а оне које се налазе иза поларне границе шуме *polaretum*.

По Мајеру најзначајнији климатски фактори који условљавају појаву наведених "типова" шума су: количина атмосферких падавина и релативене влаге ваздуха у вегетационом периоду, температура ваздуха - средња годишња и у вегетационом периоду, најниже температуре у току године, време појаве првог јесењег и последњег пролећног мраза. Поред појаве одређених шумских типова, од климатских фактора зависи и појава и опстанак одређених биљних врста. У сваком наведеном типу постоји одређен карактеристичан скуп врста (састав шуме) па се захваљујући специфичним климатским условима наведени типови шума разликују по саставу, структури, прирасту, фенолошким појавама (цветање, листање, плодоношење и др.). Фактор саме надморске висине и изражене орографије терена шумског подручја су значајни фактори формирања различитих микроклиматских карактеристика. Истакнути висови и гребени су алтернатива обиљу микродепресија и уских долина потока. Исто тако и нагле и честе промене експозиције и нагиба терена у оквиру микролокалитета условљава појаву читавог спектра различитих микроклиматских услова. Те промене климатских карактеристика условљавају одређене промене у шуми. Са променом географске ширине и надморске висине мења се дужина вегетационог периода. Са повећањем надморске висине скраћује вегетациони период, (на Гочу за 6-8 дана). Према Илијанићу et al., (1979), потпуно олиставање храста китњака на доњој граници ареала у западним деловима Балканског полуострва је почетком маја а на горњој средином маја. Са повећањем надморске висине за 100 м листање је касније за 3,2 дана, односно за један дан олистају стабла просечно у висинском појасу од 31 м.

Познато је да под утицајем експозиције терена, а у вези са наведеном променом микроклиматских фактора, долази до појаве одређених типова шума и састава шуме. На топлијим - јужним и југозападним експозицијама јављају се шуме храстова, борова, црној јасена и др. а на хладнијим - северним и североисточним шуме јеле, букве и др. Исто тако експозиција терена утиче и на висинско

распрострањење разних врста дрвећа, па се на јужним експозицијама све врсте дрвећа распростиру до већих надморских висина него на северним.

Утицај температуре као климатског фактора на шуму манифестује се тако што се под утицајем касних пролећних или раних јесењих мразева неодрвењени надземни делови смрзавају, а на температури испод -25°C зими долази до мразопуцина (уздужних пукотина) на стаблу. При екстремно високом температурама ваздуха долази до појаве спржавања младих биљних делова (при температури површине земљишта већој од 54°C већина биљака угине) или до сушења и опадања коре (упала коре).

Познавање микроклиме у шуми значајно је и за предузимање одређених шумско-узгојних радова. У нашим условима за успешно природно обнављање шума храста китњака, у зависности од експозиције терена потребно 20-33% пуне дневне светлости, а за обнављање буково-јелових шума 4-14%. Извођењем одређених узгојних захвата (сеча) регулише се склоп састојине, и тиме дозира одређени неопходни интензитет светлости, топлоте, влаге и др. фактора значајних за обнављање шума, што је у шумарству веома значајно за планирање и извођење одређених шумско-узгојних радова у газдовању шумама.

3. УТИЦАЈ ШУМЕ НА КЛИМУ

Познато је да је шума као најкомплекснији екосистем снажан глобални модификатор климе, са нарочито великим утицајем на своју ближу околину, тако да је веома значајна за животне услове и других екоситема као целине.

У данашње време, у условима све израженије еколошке кризе светских размера шуме са својим познатим еколошким својствима има посебну улогу у регулисању природне (животне) средине својом заштитно-регулаторном и санитарно-хигијенском функцијом и грубо речено представљају "плућа земљине кугле".

Од заштитно-регулаторних функција шуме посебно су значајне: утицај на климу подручја, на режим вода, образовање земљишта, спречавање ерозионих процеса, заштиту насеља, саобраћајница и других објеката од затрпавања наносом и др.

Шума као најразвијенији тип вегетације пресудно утиче на климу ширег подручја и микроклиму свог станишта. Шума се ту појављује као снажан посредан еколошки чинилац под чијим утицајем настају велике промене основних климатских еколошких чинилаца. На макроклиму одређеног подручја не може значајно да се утиче, јер је она одређена географском ширином, надморском висином, рељефом и др., тј. шума не може значајно да мења укупну годишњу количину падавина, влаге, температуре и др. Али зато се могу регулисати климатске прилике у унутрашњости шуме и њеној непосредној околини, односно, микроклима. Пошто су шуме састављене од различитих врста дрвећа, оне на различит начин утичу на микроклиму. С друге стране, човек својим деловањем у шуми, применом различитих сеча обнављања и неге може у значајној мери да регулише микроклиму у шуми.

Досадашња бројна истраживања су показала да се утицај шуме "климатске природе" манифестује кроз ублажавање температурних екстрема, снижавање температуре у односу на отворен простор за неколико степени, повећање влаге ваздуха. Такође утиче на количину, структуру и расподелу падавина, на формирање поља ветра и ваздушна струјања у самој шуми и њеној околини итд., а локалитети у шуми, где се појављују отвори у склопу, имају знатан утицај на загревање земљишта или веће расхлађивање ваздуха и формирање тзв. мразних јама:

а) Глобално сунчево зрачење на висини 1 м изнад земљишта у густој храстовој шуми износи само 9% од зрачења на горњој површини крошања; под густим склопом у шуми температура ваздуха може лети бити 4-5°C нижа а температура површине земљишта 15-25°C нижа него на отовореном простору, а директно обасјано лишће има 8-10°C вишу температуру од околног ватдуха на истој висини (Пензар, 1989).

б) Хидролошка и водозаштитна функција је свакако једна од веома важних функција шума, а њн утицај шуме на водни режим је разноврстан:

- Шума остварује позитиван утицај на повећање падавина за 4-5 % а шумско земљиште упија и привремено или трајно задржава - акумулира знатне количине воде, утиче на укупну количину падавина које допру до земљишта у шуми и њихову прерасподелу. Услед интерцепције и испаравања са површине асимилационих органа шума задржава, у зависности од врсте дрвећа, и до 30% течних падавина, а дебљина снега у густој четинарској шуми је мања за око 25%, који се спорије и равномерније топи. Релативна влага ваздуха је у шуми већа за 3-5%.

- Регулише отицање воде и тако спречава или потпуно отклања нагло отицање и формирање поплавних вода, чиме се спречава појава бујичних токова и ерозионих процеса а самим тим и штите насеља, саобраћајнице, акумулациона језера, пољопривредне површине и други објекти од оштећивања и затрпавања наносом.

ц) Шума утиче на формирање поља ветра и смањује његову брзину на наветреној и на заветреној страни. Представља ветрозаштитни појас иза шуме на одстојању од 5-15 висина стабала.

Утицаји шуме "неклиматске природе", познатији као санитарно-хигијенска функција шуме, посебно су значајни у индустријски развијеним подручјима, где су земљиште, вода, атмосфера, вегетација и људска популација изложени повећаној контаминацији разним полутантима и агенсима у чврстом и гасовитом стању. Због тога се каже да све зелене површине и вегетација уопште имају улогу "плућа насеља". Важност, улога и ефекат утицаја биљног света уопште, посебно шуме као стабилизирајућег фактора свих компоненти биосфере, може се запазити из навода Јовановића et al.. (1984), Ђукановић (1991), Томанића et al. (1995), Колића (1995):

- Шуме производе око 1/2 укупне количине кисеоника на Земљи,

- Један хектар шуме везује годишње око 15 тона угљендиоксида и ослобађа 11 тона кисеоника, односно, један ха "растиња" апсорбује 8 кг угљендиоксида у току једног сата,

- Шума на површини од 1 ха може да филтрира из ваздуха 50-70 тона прашине годишње. У зависности од врсте, дрвеће апсорбује прашину 0,5-5 gr/m^2 површине и има велику улогу у пречишћавању ваздуха, а количина прашине у парку у граду мања је 7-8 пута у односу на количину у индустријској зони града. Ефекат "ишчешљавања" чврстих честица из ваздуха је велики - за шуме букве око 68 тона/ха. Њихова количина је у шуми мања и до 1000 пута него у загађеним деловима великих градова или индустријских капацитета. Просечан ефекат филтрације аеросола у зависности од врсте дрвећа, густине и висине шуме износи 60-70%,

- Један хектар шуме балзамне тополе може да апсорбује 100 кг сумпордиоксида у вегетационом периоду а ситнолисне липе до 50 кг сумпора,

- Четинарска шума на површини од 1 ха испусти у атмосферу у току дана и ноћи 5-10 кг, а лишћарска шума око 3 кг испарљивих органских материја са фитонцидним дејством, које делују бактерицидно и фунгицидно. У 1 m^3 ваздуха у шуми има 200-300 пута мање бактерија него у граду,

- Освежавајући ефекат једног одраслог стабла липе једнак је ефекту 10 собних климауређаја,

- Шумски појасеви ширине 50-200 м пригушују (смањују) буку за 15-45 dB,

- У шуми је радиоактивност и до 15 пута мања него у граду, на наветреној страни шуме 2-3 пута је већа него на заветреној страни, а у травном покривачу испред шуме до 5 пута већа.

Запажа се да су "благотворни" утицаји шуме на ширу околину су многобројни и разноврсни. Производња кисеоника је један од најважнијих процеса у природи, који настаје нормалним функционисањем биосфере - физиолошким процесом фотосинтезе у зеленим биљкама, уз истовремени "утрошак" велике количине угљендиоксида. То је веома значајно за смањење тзв. ефекта стаклене баште, јер шуме троше 42% атмосферског CO_2 који апсорбује топлоту и сматра се главним узрочником повећања радијационог зрачења (Оторепец, 1991). Посебно је такође значајан утицај шуме на заштиту од имисија гасова и чврстих честица од којих и сама шума може бити угрожена. Шума врши филтрацију ваздуха тзв. "ишчешљавањем" чврстих честица. Оне и разни аеросоли, који падају према земљи, задржавају се на лишћу, гранама, стаблима и ту лепе, касније их киша спере и одводи у земљиште. Филтрација ваздуха заснива се на томе да је шума ефикасна препрека хоризонталном струјању ваздуха, јер изукрштане гране имају познати ефекат решетке.

Неке биљке имају способност да излучивањем фитонцида дезинфикују ваздух, односно искоришћавају биохемијски ефекат редукције загађивача (смањују број микроба) и способност апсорпције отровних супстанци. Значајна је и улога шуме у неутрализацији неугодних мириса који се шире од енергетских постројења, саобраћаја, депонија смећа, канализације итд., као и смањење буке и радиоактивности.

4. УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ШУМУ

Како је наведено, заступљеност и распоред одређених типова шумске вегетације углавном је прилагођена постојећим климатским условима. Предпостављене промене климе сигурно ће се одразити и на шуму, а то се нарочито односи на предвиђене промене температуре (високе температуре у току лета, топлије зиме, учесталији пролећни и јесењи мразеви), промену количине падавина (учесталост и дужина трајања суше или прекомерне), јаче ветрове и др. Пошто шуме за процес фотосинтезе троше велике количине атмосферског CO_2, смањење површине под шумом као снажног апсорбента, може имати веома негативне последице за појачавање тзв. "ефекта стаклене баште".

Наведене предвиђене климатске промене сумарно изражено изазвале би следеће последице (WMO, 1990):

- Нови температурни режим и смањивање количина падавина - шумски екосистеми ће бити осетљивији, посебно у аридним и семаридним подручјима

- Шумско земљиште ће бити топлије и сувље и шумски екосистеми и многе врсте ће тиме бити лимитиране за развој и опстанак

- Карактеристике шуме – угрожена стабилност, пореметиће се сатав шуме, а смањење влаге критично би било за развој подмлатка и кореновог система, па ће он у тој фази доживети стресну ситуацију

- Биће потребни израдити нове студије (вршити нова истраживања) односа између биљака и станишта, биоеколошких особина врста, генетске варијабилности, утицаја промене климе на шуму итд.

Интеракција између климатских промена и ваздушних полутаната посебно би стресно деловала на дрвеће (шуму) у виду: повећања оштећења од инсеката и гљива; редуковања генетског диверзитета у шумама; повећања опасности и штета од шумских пожара; смањења виталности стабала; сушења (изумирања) неких врста дрвећа. Услед тога би се мере газдовања шумама морале прилагођавати измењеним условима средине - биће потребна нова сазнања и стратегија у газдовању шумама; формирање нових климатских зона утицало би на формирање нових шумских екосистема (значајне промене састава шуме) и биће потребно дефинисати нове ареале и др.

5.УТИЦАЈ ЗАГАЂЕНОСТИ АТМОСФЕРЕ НА ШУМУ

У савременим условима појачана је загађеност атмосфере сумпордиоксидом, амонијаком, азотним оксидима, једињењима фосфора, минералном прашином, тешким металима и др., што се веома неповољно одражава на читаву биосферу. Познато је да је негативан утицај загађујућих материја из атмосфере на шуму врло сложен. Интензитет утицаја штетних гасова, поред индивидуалне отпорности и виталности врсте, зависи од концентрације, токсичности и дужине трајања деловања полутаната, као и од општих услова средине у којима се налазе. Непосредно деловање састоји се у оштећивању асимилационих органа услед чега они почињу да се суше, што доводи до смањења виталности, прираста а крајњем случају и до изумирања стабла. У неким индустријски развијеним земљама загађеност ваздуха полутантима се сматра примарним фактором сушења шума.

Деловање различитих штетних материја не манифестује се подједнако на биљке. Према Оторепец (1991) Mukammal наводи да су главни загађивачи ваздуха који највише оштећују вегетацију: озон, перокси-ацетил-нитрат (PAN), азотни оксиди, сумпордиоксид, флуориди, хемијска средства у пољопривреди, етилен и други хидрокарбонати. Мање штетни састојци су: алдехиди, хлороводонична киселина, амонијак, водоник-сулфид и др. Полутанти чије се дејство значајно негативно одражава на вегетацију су:

- Просечна годишња концентрација сумпор диоксида (SO_2), као познатог фитотоксичног полутанта, сматра се основним индикатором индустријског загађења ваздуха. Поред директног, његово негативно дејство манифестује и индиректно, у виду киселих падавина, које садрже велику концентрацију киселих јона. Ризик оштећења шума постоји при следећим концентрацијама SO_2: просечна годишња 0,002 ppm (милионити део по јединици запремине, односно, број молекула гаса или гасовитог једињења на милион молекула ваздуха); просечна вредност за 4 сата 0,35 ppm, или за 2 сата 0,55 ppm. (Mukammal)

- Озон (O_3) је у Европи најзначајнији фотохемијски оксидант и са заједно SO_2 се сматра најопаснијим полутантом. Биљке под утицајем озона имају смањену фотосинтетску активност а спољни знаци оштећења су поремећај раста и приноса. Гранични ниво дуготрајног излагања озону, испод којег вегетација није угрожена је 50 $\mu g/m^3$ (0,025 ppm) као средња вредност за вегетациони период (Guderian).

- Азотни оксиди (NO_x) су полутанти који могу да изазову некрозе у виду хроничних и латентнтих оштећења вегетације и промене у фотосинтези. Азот диоксид (NO_2) је еколошки најважнији оксид азота, јер се појављује у највећим концентрацијама. Критични ниво NO_2 за биљне екосистеме при дужем излагању је 60 $\mu g/m^3$ (0,03 ppm) за вегетациони период, а у комбинацији са SO_2 и O_3 20 $\mu g/m^3$ (0,01 ppm) као годишња средња вредност (Guderian).

- Амонијак (NH_3) и амонијум (NH_4) могу да и изазову разарање ћелијске мембране, проузрокују некрозу делова лишћа и повећавају опасност од мраза. Симптоми њиховог деловања су жуте, црвене, мрке или црне пеге на лишћу, које временом увене.

- Истовремено деловање NO_2 са SO_2 и O_3 и при мањим концентрацијама изазивају већа оштећења лишћа и смањење раста.

- У земљишту је услед индустријског и пољопривредног загађивања (употребом разних хемијских препарата) знатно повећана концентрација тешких метала који су посебно штетни за биљке (олово, кадмијум, жива, бакар, цинк, радиоактивни елементи).

6. НЕОПХОДНЕ ШУМСКО-УЗГОЈНЕ МЕРЕ У УСЛОВИМА ПРОМЕЊЕНЕ КЛИМЕ

У време све израженије еколошке кризе на нашој планети, све је израженија и потреба за вишефункционалним коришћењем шума, па се стога и у шумској политици Србије даје све већи значај осталим - тзв. општекорисним функцијама шума.. У вези са оценом могућности шумског фонда за унапређивање животне средине могу се поставити питања:

- Да ли је стање шумског фонда задовољавајуће ?

- Да ли је однос између обрасле и необрасле површине у шуми задовољавајући ?

- Да ли садашњи степен шумовитости довољан да обезбеди позитиван утицај шуме на испуњење еколошке улоге - заштиту и унапређење животне средине ?

Према наводима WMO и UNEP-а (1990), - подаци из 1980 год., шуме заузимају око 31% површине копна, односно око 10% површине Планете Земље. Развијени и неразвијени региони имају приближно исту просечну шумовитост – око 1/3 укупне површине. У оквиру развијених региона бивши СССР и Јапан имају значајно већу шумовитост од светског просека, док група осталих развијених земаља (Аустралија, Израел, Нови Зеланд, Јужна Африка) су значајно испод просека са свега око 13% шумовитости. У оквиру региона у развоју Блиски исток и Кина имају шумовитост значајно испод светског просека, док Латинска Америка има знатно већу шумовитост од просека. Региони са посебно великим учешћем површина под шумом су Северна Америка - посебно Канада, Сибир у Русији, Екваторијална Африка и тропска Латинска Америка.

Укупна површина шума у Србији износи 23.604 $км^2$, а степен шумовитости 26,7%. У оквиру тога шумовитост централне Србије је 32,0%, Војводине 6,6% а Космета 39,4%. Необрасла шумска површина у Србији износи 11,1% од укупне површине шума и шумског земљишта, од чега површине погодне за пошумљавање чине 55% од њихове укупне површине. У оба сектора власништва заједно (државно и приватно) високе шуме - семеног порекла, заступљене су са 45%, изданачке са 46% а шикаре и шибљаци 9% (Јовић ет al., 1992). Лишћарске шуме учествују са 90,7%, четинари са 6% а мешовите шуме четинара и лишћара са 3,3% у укупној површини шума. По дрвној залихи на лишћаре долази 90% а на четинаре 10%. Најзаступљенија врста дрвећа је буква са 52,3%, затим храстови са 25,8% а остали тврди лишћари 10,8% (Стојановић и Крстић, 1996).

Из анализе садашњег стања шумског фонда Србије (Крстић, 1998) произилази следеће:

1. Опште стање шумског фонда, према производном фонду, старосној структури и састојинском и здравственом стању тренутно није задовољавајуће, али се применом одговарајућих узгојних мера може побољшати.

2. Садашњи степен шумовитости од 26,7% такође није задовољавајући за задовољавајући утцај на животну и радну средину, што указује да има објективних потреба за пошумљавањем на већој површини. Просторним планом републике Србије планирани су обимни радови на пошумљавању необрасле површине шумског земљишта, голети, пољопривредних површина захваћених ерозијом, подизању приградских шума, рекултивацији јаловишта итд. Тиме се до 2010 године предвиђа повећање шумовитости на 31,7%, а до 2050 год. на 41,4%, (процењена оптимална шумовитост за Србију).

При одређивању неопходних мера газдовања шумама уопште, увек се мора поћи од општих циљева газдовања шумама да се шуме морају одржавати, обнављати и користити тако да се обезбеди трајност и повећање приноса и производње, очува и повећа њихова вредност уз истовремено развијање и интензивирање општекорисних функција. Предлог газдинских (узгојних) мера за оптимализацију стања ових шума мора се базирати на основу њиховог садашњег стања, значаја за испуњење наведених очекиваних функција шума и угрожености од абиотичких и биотичких фактора. За оптимализацију еколошке улоге шума у Сбији примарно је повећање површине под шумом и оптимализација стања шума обраслих површина.

Приказано стање шума, као и неравномерна заступљеност састојина одређених категорија са узгојног аспекта, намеће потребу да се за сваку конкретну ситуацију дефинише одговарајући узгојни захват који проистиче из њене узгојне потребе. Полазећи од приказаног стања шумског фонда, а на основу анализе шумског фонда (Крстић, 1998), неопходно је спровести следеће

узгојне мере: Повећање површине под шумом, јер актуелна шумовитост није задовољавајућа; промена узгојног облика шуме - изданачке шуме треба превести у високе и знатно поправити садашњи однос у корист високих шума; мелиорацијом деградираних изданачких шума и шикара побољшти стање ових шума. Спровођењем одговарајућих потребних узгојних интервенција постојеће шуме треба довести у оптимално стање чиме ће се обезбедити њихова стабилност и виталност а тиме истовремено на најбољи начин обезбедити и испуњење свих очекиваних функција шуме.

7. ЛИТЕРАТУРА

Бунушевац, Т. (1951): *Гајење шума*. Научна књига, Београд.

Ђукановић, М. (1991): *Еколошки изазов*. Елит, Београд.

Илијанић, Љ., Топић, Ј., Шегуља, Н. (1979) *Неке фенолошке карактеристике најважнијих врста дрвећа у Загребачкој гори*. Зборник II конгреса еколога, књ. II, Задар-Плитвице.

Јовановић, Б., Вукићевић, Е. (1984): *Поливалентна функција зеленила и карте природне потенцијалне вегетације урбанизованих средина*. Шумарство бр. 5-6, Београд.

Јовић, Д., Томанић, Л., Банковић, С. (1992) *Шумски фонд*. Монографија "Шумарство и прерада дрвета у Србији кроз векове". СИТ шумарства Србије, Београд, 10-22.

Колић, Б. (1995) *Утицај шуме и вегетације на климу и микроклиму бања и климатских места*. Монографија "Бањска и климатска места Југославије" Београд, 172-181.

Крстић, М. (1997) *Шумски фонд источне Србије (борског подручја) у функцији унапређења животне средине*. Зборник радова са научног скупа "Природа Брестовачке бање", Бор, 77-95.

Крстић, М. (1998) *Стање шумског фонда Србије*. Гласник Српског географског друштва бр. 1, Београд, 23-34.

Крстић, М., Стојановић, Љ. (1993): *Стање букових и храстових шума североисточне Србије са аспекта узгоја и коришћења дрвне масе*. Шумарство бр. 3-5, Београд, 89-96.

Милин, Ж. (1988): *Групимично газдовање*. Посебно издање, Шумарски факултет, Београд.

Милин, Ж., Стојановић, Љ. (1989): *Шумски фонд региона Зајечар у функцији унапређивања животне средине са предлогом мера за његову санацију*. Човек и животна средина бр. 2-3, Београд, 82-87.

Стојановић. Љ., Крстић, М. (1996) *Узгојни захвати у функцији унапређења шумског фонда Србије*. Научни скуп: "Шуме и шумарство Србије - основни задаци и савремена решења". 14. 02. 1996, Београд.

Томанић, Л., Стојановић, Љ, Маринковић, П. (1995): *Еколошка и амбијентална улога и значај шума за бањска и климатска места Југославије*. Монографија "Бањска и климатска места Југославије" Београд, 159-171.

Оторепец, С. (1991) *Агрометеорологија*. Научна књига, Београд.

Пензар, И., Пензар, Б. (1989) *Агроклиматологија*. Школска књига, Загреб.

WMO, UNEP. (1990) *Potential Impacts of Climate change*. Intergovermental panel on Climate change. Report for Working Group II to IPCC

БИЛАНС НАДИЗДАНСКЕ ЗОНЕ НА ПОДРУЧЈУ М.С. ВРШАЦ

Др Драгица Стојиљковић, Мр Јован Табаков

Пољопривредни факултет, Институт за уређење вода,

Трг Д. Обрадовића 8. Нови Сад

Др Гордана Шекуларац

Агрономски факулте, Чачак

Abstract

The ballance of the saturated zone in the area of Vrsac metheorologic station was analysed for the average hidrological year (the period from 1961 - 1990), for the ariest year (1961) and for the most rainy year (1970). The results of the analysis: the water sufficits last from october to march. The rain falls' defficit is compensed by the water supplies from the earth, from april to june, or by irrigation, depenainig on the agriculture, and its requirements for water. The defficit in the vegetation period is typical for the average and rainy year. In the most rainy 1970 there is no water defficit, in the ballance equation during the whole year.

Абстракт

Биланс надиздanske зоне анализиран је за подручје м.с. Вршац за просечну хидролошку годину (период 1961 - 1990), најсушнију (1961) и најкишовитију (1970) годину. Резултати анализе: вишкови воде су од октобра до марта. Дефицит падавина надокнађује се из резерви влаге у земљишту (од априла до јуна) или наводњавањем, у зависности од пољопривредне културе и њених захтева за водом. Дефицит у вегетационом периоду карактеристичан је за просечну и сушну годину. У најкишовитијој 1970. г. нема дефицита воде у билансној једначини.

1. УВОД

Потребне количине воде за развој пољопривредних култура у току вегетационог периода одговарају вредностима евапотранспирације (ЕТР), која представља збирно испаравање воде са површине земљишта и биљке. Вредности ЕТР се могу експериментално одредити преко лизиметра или индиректно, прорачуном на основу метода заснованих на познавању климатских фактора у зони мелиорационог система.

Најчешће се користе методе Thornthwaita, Turca, Blaney-a i Criddle-a i Penmana. У раду је дат пример прорачуна потенцијалне евапотранспирације по методи Thornthwaite, која даје најбоље резултате у условима субхумидне климе.

2. ПРОРАУН ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈЕПО МЕТОДИ THORNTHWAITEA.

Ова метода заснована је на изналажењу евапотранспирације у зависности од температуре ваздуха:

$$PET = 1{,}6\left(\frac{10t}{I}\right)^{a} k$$

где је:

ЕТР- месечна потенцијална евапотраспирација (cm)

t - средња месечна температура ваздуха (°C)

I -годишњи калорични индекс који се добија сабирањем месечних вредности

a - вредност која се изводи из годишњег топлотног индекса

k - корекциони коефицијент за географску ширину

Ради лакшег и бржег одређивања појединих елемената неопходних за одређивање ЕТР користе се одређене табеле и номограми. У раду је дат пример одређивања биланса надизданске зоне (вертикални параметри биланса) са учешћем месечне ЕТР по методи Thornthwaite-а.

3. ОПШТИ ВОДНИ БИЛАНС НАДИЗДАНСКЕ ЗОНЕ

На основу података метеоролошких фактора на м.с. Вршац, режима површинских и подземних вода, може се израдити општи водни биланс за анализирани период од (n) година изражен општом билансном једначином средњих вреднoсти:

$$P = ETR + O_{p+pod} + H + R \pm W$$

где је:

P - ср. вишегодишња вредност атмосверских падавина

ETR-ср. вишегодишња вредност сумарног испаравања

O_{p+pod} - ср. вишегодишња вредност подземног, површинског отицаја у завршном профилу

H - ср. промена залиха подземних вода у басену

R - ср. вишегодишњи садржај лакоприступачне воде у зони аерације (усвојено 100 мм)

W - члан који представља средње вишегодишње одступање биланса и у себи садржи и чланове биланса који не зависе од падавина, а садржи и грешке при одређивању свих осталих елемената

У сваком случају, у овој формули са смањеним бројем чланова билансне једначине, грешке су могуће. Евидентно је, да су мерења на хидролошким станицама на нашој територији неравномерна у времену и непоуздана, због честе промене дна речног корита у мерном профилу и нетачног мерења екстремних протицаја Нере и успора после изградње хидрочвора вКајтасовог и Х.Е. вЂердапг у долини Караша. С обзиром да у мањем делу слива, у непосредној алувијалној равни Нере и Караша, делују и хоризонтални и вертикални чиниоци, а на већој површини, изнад коте 80,00 м.н.м., преовлађују вертикални чиниоци биланса, у општој билансној једначина хоризонтални чиниоци (површински и подземни дотицај) су заменарени, тако да су анализиране само падавине (P), резерве лакоприступачне воде у земљишту (R) и потенцијална евапотранспирација (ЕТР):

$$\Delta W = P - (ETP \pm R)$$

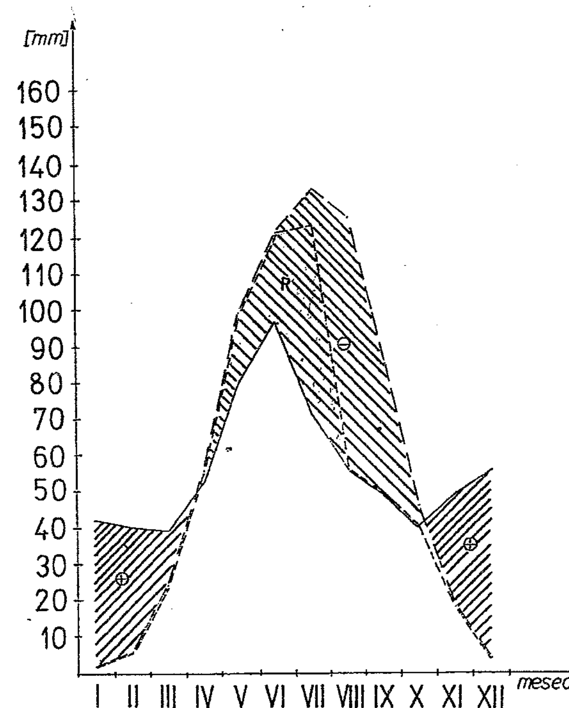
за прорачун је усвојена резерва од 100 мм

Са аспекта пољопривреде, прорачун биланса надизданске зоне на подручју м.с. Вршац увек у вегетационом периоду изказује мањак воде, односно евапотранспирација је већа од месечних висина падавина без обзира да ли се ради о просечној, сушној или влажној години. Пошто је тема овог рада примена метеоролошких података у пољопривреди, у табелама број 1, 2 и 3 приказан је биланс надизданске зоне са вертикалним елементима биланса (види сл. 1, 2 и 3) (ЕТП одређена по методи Thornthwaite-а,) за просечну, сушну и кишну годину. Биланс обухвата пољопривредне површине изнад коте терена об 80 м.н.м.

3.1 БИЛАНС ЗА ПРОСЕЧНУ ГОДИНУ (ПЕРИОД 29 ГОДИНА) НА М.С. ВРШАЦ

У нашим условима август је месец у коме нема више резерви воде у тлу, тако да је са обрачуном биланса почето од септембра, када су падавине износиле 46 мм, а потенцијална евапотранспирација 85 мм. Резерве влаге у тлу су 0 мм, реална евапотранспирација је 46 мм, док је мањак воде (ЕТР - ETR) 39 мм (види табелу 1).

Од новембра до јануара падавине су веће од реалне евапотранспирације и тло ствара резерве до R= 100 мм, а јавља се и вишак воде који одлази на попуну резерви подземних вода. У фебруару и марту падавине су још увек веће од потенцијалне евпотранспирације (ЕТР=ETR), резерве су попуњене до максимума (R=100 мм) и јавља се вишак воде које тло због литолошког састава и лоших филтрационих карактеристика неможе да прими. Са порастом температуре расте и евапотранспирација, тако да се од априла до јуна реална евапотранспирација попуњава из резерви (ЕТР = ETR=P+R). У јулу су потрошене резерве воде из тла и први пут се јавља мањак воде (-ΔW) који недостаје биљкама у вегетационом периоду и који се надокнађује наводњавањем. Мањак воде од јула до октобра износи 131 мм, односно за вегетациони период 125 мм.

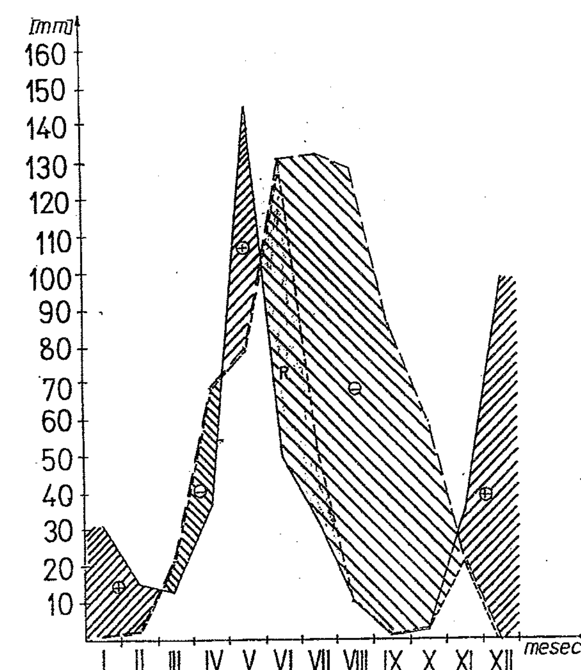


Слика 1. Водни биланс по Thornthwaite-у за просечн годину, период 1961-1990

3.2 БИЛАНС ЗА НАЈСУШНИЈУ ГОДИНУ НА М.С. ВРШАЦ

У анализираном периоду најсушнија је 1961.г. са просечном висином падавина од 471 мм. Обрачун биланса почео је од септембра месеца када су падавине износиле P= 1 мм, а потенцијална евапотранспирација ЕТР= 86 мм, док је мањак воде ±Δ 85мм

Исти односи важе и за октобар. У току новембра падавине су веће од евапотранспирације и попуњавају се резерве лакоприступачрхе воде у земљишту, а вишак воде одлази на поршински отицај и попуну резерви подземних вода.Са повећањем температуре у марту повећава се и евапотранспирација и почињу да се троше резерве воде у тлу. Међутим у мају месецу са просечно највећом сумом падавина у тој години попуњавају се потрошене резерве, а вишак воде површински отиче. Сушни период траје до крај вегетације од јуна до октобра, резерве воде из тла су потрошене и јавља се мањак воде од јула до октобра у висини 340 мм (види табелу 2 и слику 2), односно од 284 мм у вегетационом периоду.



Слика 2. Водни биланс по Thornthwaite-у за најсушнију 1961 годину

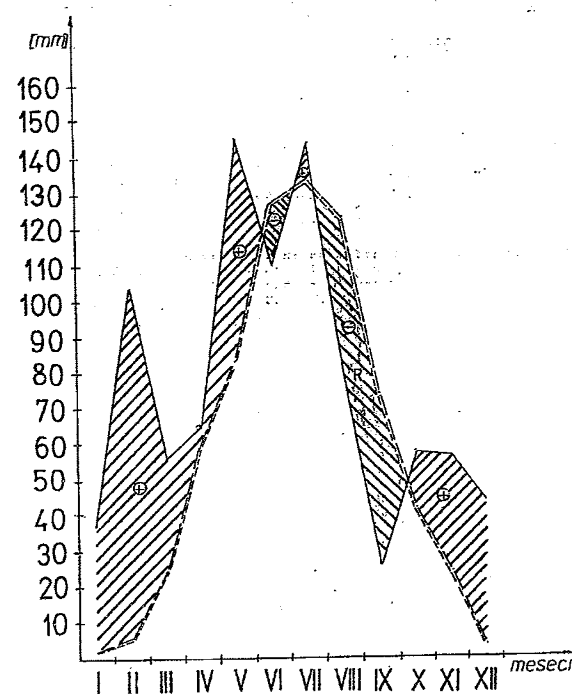
3.3 БИЛАНС ЗА НАЈКИШОВИТИЈУ ГОДИНУ НА М.С. ВРШАЦ

За анализирани период најкишовитија је 1970.г. са просечном годишњом висином падавина од 923 мм. Обрачун водног биланса такође је почео од септембра месеца када су резерве влаге у тлу R=0. У октобру, новембру и децембру попуњене су резерве, а од јануара до маја јављају се вишкови воде који се инфилтрирају или површински отичу у укупној суми од 221 мм. У току целе ове године нема дефицита воде (табела 3 и слик 3).

4. УСЛОВИ МЕЛИОРАЦИОНОГ УРЕЂЕЊА ЈУГОИСТОЧНОГ БАНАТА

На основу до сада обрађених података о климатско-хидрографским условима, недвосмислено је доказано да је основни ограничавајући фактор пољопривредне производње вишак (јануар, фебруар, март) и мањак воде (јули, август, септембар) у годишњем билансу, који

се огледа у више негативних утицаја превлаживања земљиста, у ванвегетационом периоду када је потребно одводњавање, и недостатка влаге у тлу у вегетационом периоду, када је потребно наводњавање. Ова неравномерност расподеле воде у току хидролошке године нарочито је изражена у најнижим деловима терена: Вршачко-алибунарском риту и алувијалним равнима Нере и Караша.



Слика 3. Водни биланс по Thornthwaite-у за најкишовитију 1970 годину

Главни узроци превлаживања могу се сврстати у четири групе:

1. зимско-пролећне падавине у сливу комбиноване са специфичностима микрорељефа, литолошким саставом водно-физичким константама земљишта,

2. површинске воде које долазе за време поплавног таласа Нере и Караша у пролеће и јесен као последица режима падавина у горњим деловима слива, на подручју Румуније и површинске воде које долазе са виших геоморфолошких јединица где је површински отицај већи од инфилтрације,

3. периодично издизање нивоа подземних вода изнад критичне (2,50 м) или толерантне дубине (1,50 м) на нижим деловима терена, као последица режима водостаја површинских водотока или услед подземног дотицаја из виших делова терена ван површине слива,

4. константно повишени нивои подзениних вода у зонама утицаја успора Х.Е. "Ђердап" и Х.Ч. вКајтасовог удружени са свим предходним негативним утицајима.

Према обрађеним подацима климатских чинилаца (падавиине, температура, влажност, ваздушна струјања) и водно-ваздушних константи земљишта, наводњавање се намеће као примарна мера у вегетационом периоду за повећање пољопривредних приноса. Међутим у постојећим условима једино су черноземи (сви варијетети) и антропогенизовани песак погодни за наводњавање. Смонице на терцијарним глинама, ритске црнице, гајњаче и алувијално земљиште, због великог садржаја глиновитих фракција, слабе дренираности и лоших водно-физичких својстава, у садашњим условимо нису погодна за наводњавање. Тек после примене различитих мера одводњавања може се прићи наводњавању.

5. ЗАКЉУАК

Као пример примене метеоролошких података у пољопривреди, прорачуната је потенцијална евапотранспирација једном од метода (Thornthwaite-а) и одређен биланс надизданске зоне за просечну (период 1961 - 1990) најсушнију и најкишовитију годину у Југоисточном Банату за пољопривредне површине изнад коте 80 м.н.м.

За анализирани период у просечној и најсушнијој години изражен је суфицит влаге од 72 - 83 мм у ванвегетационом периоду. Дефицит влаге од 131 - 340 мм у вегетационом периоду делимично се надокнађује из резерви у земљишту од априла до јуна, а од јула до октобра неопходно је новодњавање у зависности од

пољопривредне културе и њених захтева за водом. У најкишовитијој (1970) години исказан је само вишак воде у билансној једначини од 232 мм.

*Прилог:

Табела 1: Водни биланс (мм) йа просечну годину (период 1961-1989) на подручју м.с. Вршац

Месеци	Падавине P (мм)	Потенцијална евапотранспирација ETP	Резерва R (до 100 мм)	Реална евапотранспирација ETR	Мањак воде - W	Вишак воде + W
X	46	46	0	40	6	0
XI	49	18	31	18	0	0
XII	55	4	82	4	0	0
I	43	2	100	2	0	23
II	39	6	100	6	0	33
III	40	24	100	24	0	16
IV	52	56	96	56	0	0
V	80	99	77	99	0	0
VI	93	120	50	120	0	0
VII	69	133	0	119	14	0
VIII	53	125	0	53	72	0
IX	46	85	0	46	39	0
СУМА	665	718		587	131	72

Табела 2: Водни биланс (мм) йа најсушнију 1961. годину 3на подручју м.с. Вршац

Месеци	Падавине P (мм)	Потенцијална евапотранспирација ETP	Резерва R (до 100 мм)	Реална евапотранспирација ETR	Мањак воде - W	Вишак воде + W
X	3	59	0	3	56	0
XI	35	21	14	21	0	0
XII	99	0	100	0	0	13
I	31	1	100	1	0	30
II	15	2	100	2	0	13
III	13	21	92	21	0	0
IV	37	68	61	68	0	0
V	145	79	100	79	0	27
VI	50	131	19	131	0	0
VII	32	132	0	51	81	0
VIII	10	128	0	10	118	0
IX	1	86	0	1	85	0
СУМА	471	728		388	340	83

Табела 3: Водни биланс (мм) йа најкишовитију 1970. годину на подручју м.с. Вршац

Месеци	Падавине P (мм)	Потенцијална евапотранспирација ETP	Резерва R (до 100 мм)	Реална евапотранспирација ETR	Мањак воде - W	Вишак воде + W
X	58	42	16	42	0	0
XI	57	24	49	24	0	0
XII	44	4	89	4	0	0
I	37	2	100	2	0	35
II	103	6	100	6	0	97
III	56	24	100	24	0	32
IV	65	59	100	59	0	6
V	145	83	100	83	0	62
VI	110	127	83	127	0	0
VII	144	134	93	134	0	0
VIII	78	123	48	123	0	0
IX	26	74	0	74	0	0
СУМА	923	702		702	0	232

ЛИТЕРАТУРА

Стојиљковић Д: деХидрогеологоја терена од Вршца до Беле Цркве и режим издани (слив Нере и Караша)ее , Магистарски рад, Рударско-геолошко металушки факултет, Београд, 1993.

Стојшић М., Белић С., Табаков Ј.: деЕвапотранспирација, влажност земљишта надиздanске зоне и дубина нивоа прве издани у диригованим и природним условимаее, Воде Војводине број 19, страна 63 - 70, 1990.

Шекуларац Г., Стојиљковић Д.: деНаводњавање у аграрној политициее, Чачак, Ревитализација села, страна 599 - 602, 1995.

ЛЕТЊА СУША У 1998. ГОДИНИ НА ТЕРИТОРИЈИ СР ЈУГОСЛАВИЈЕ

Зоран Крајиновић, Смиља Ђорђевић
Савезни хидрометеоролошки завод , Београд

Abstract

Specific aspects of drought in FR of Yugoslavia in July and August 1998 have been analyzed. The research comprised identification of thermic and precipitational features of the observed summer months, of drought period duration and land drought analysis based on water balance calculation. This drought is characteristic for its duration and impacts varying considerably from one area to another. Although not significantly long-lasting, it caused great damage in agriculture. The drought period was followed by extremely high air temperature, disturbing the development of physiological processes of plants. Due to intensive evapotranspiration the water state of soil deteriorated abruptly. Inconvenient water and heat conditions occurring in the course of development period caused decrease in corn and other crops yield, especially in southern and southeast parts of the country.

Абстракт

Анализирани су поједини аспекти суше која је на територији СР Југославије забележена током јула и августа 1998. године. Истраживање је обухватило одређивање термичких и падавинских карактеристика посматраних летњих месеци, утврђивање трајања сушног периода и анализу земљишне суше засновану на прорачуну водног биланса. Карактеристично за ову сушу било је то што се по свом трајању и последицама значајно разликовала од подручја до подручја. Иако није била посебно дуготрајна, проузроковала је велике штете у пољопривреди. Сушни период је био праћен екстремно високом температуром ваздуха, која је ометала одвијање физиолошких процеса биљака. Услед интензивне евапотранспирације, дошло је до наглог погоршања водног стања земљишта. Неповољни водни и топлотни услови током критичног периода у развићу, проузроковали су умањење приноса кукуруза и других ратарских култура, посебно у јужним и југоисточним деловима земље.

1. Увод

Суша спада у најопасније временске појаве и у многим деловима света наноси велике штете и угрожава егзистенцију људи. У нашој земљи се суша може јавити у свим деловима године, али највеће су штете које летње суше проузрокују у пољопривреди.

2. Циљ истраживања

Током јула и августа 1998. године забележена је суша, за коју је било карактеристично да се по трајању и интензитету разликовала од подручја до подручја. Посматрано у целини, проузроковала је значајне штете у пољопривреди. Циљ овог истраживања био је да се квантитативно одреде, проанализирају и презентирају неке од најзначајних каратеристика летње суше у 1998. години.

3. Материјал и методе рада

Материјал на основу којег је извршена анализа обухвата метеоролошке податке са 38 климатолошких станица на територији СР Југославије. Коришћени су подаци о температури ваздуха и количини и распореду падавина за јули и август. За 12 станица припремљене су и вредности метеоролошких елемената потребних за израчунавање дневних износа потенцијалне евапотранспирације у периоду 1. април - 31. август 1998. године.

Истраживања су обухватила: анализу одступања средњих месечних температура ваздуха и месечних количина падавина за јули и август од вишегодишњих просека; анализу просторне расподеле количине падавина за период 18. јули - 19. август; утврђивање почетка, трајања и завршетка сушног периода; процењивање трајања земљишне суше засновано на прорачуну водног биланса и поређење степена задовољења потреба за водом усева кукуруза добијеног прорачуном и података о приносима ове пољопривредне културе.

При анализи одступања средњих месечних температура ваздуха и месечних количина падавина од вишегодишњег просека, референтни период био је 1961-1990. година.

Посебно је анализиран период 18. јули - 19. август, кога су карактерисали екстремно позитивно одступање температуре ваздуха и мале количине падавина.

Почетак и завршетак сушног периода одређивани су на основу дневних количина падавина коришћењем следећих крите-ријума за сушни период:

- петнаест или више узастопних дана без падавина, или са падавинама у траговима;
- дани са количином падавина мањом од 3mm не представљају прекид сушног периода уколико се не наслањају на неки кишни период;
- узастопни дани у току којих је укупна количина падавина мања од 5mm не представљају прекид сушног периода, уколико се не наслањају на неки кишни период;
- суседни сушни периоди, одвојени са једним или два дана током којих је укупна количина падавина била мања од 10mm третирају се као један сушни период.

Трајање земљишне суше анализирано је преко вредности залиха продуктивне влаге земљишту под кукурузом, најзаступљенијом пролећном ратарском културом. За одабране станице извршен је прорачун водног биланса за вегетациони период кукуруза на основу дневних вредности метеоролошких елемената. Потенцијална евапотранспирација је одре-ђивана применом Анталове формуле (Antal, 1980), оптимална евапотранспирација усева кукуруза коришћењем одговарајућих коефи-цијената културе, а промене у стању залиха продуктивне влаге у земљишту на основу разлике између израчунате евапотра-нспирације и количине падавина. При прорачуну, који је извршен за период 15. април - 31. август, за залиху продуктивне влаге у земљишту до дубине од један метар, која одговара пољском водном капацитету, узето је 200mm. У недостатку измерених вредности, залиха продуктивне влаге у време сетве кукуруза процењена је на 100mm. Ова вредност је нешто мања од просечних вишегодишњих вредности у пролећном периоду. У првим месецима 1998. године забележен је дефицит количине падавина. За период земљишне суше узет је период током којег су вредности залихе продуктивне влаге у земљишту под кукурузом биле мање од петине (20%) залихе продуктивне влаге која одговара пољском водном капацитету (*јака земљишна суша*). У циљу анализе просторне расподеле трајања земљишне суше на територији наше земље, трајање суше је оријентационо процењено за још 18 станица. Процена је извршена на основу количине и распореда падавина на тим станицама у периоду април-септембар и поменутих резултата прорачуна водног биланса.

За станице за које је извршен прорачун водног биланса одређен је и однос између укупне евапотранспирације и укупне оптималне евапотранспирације у вегетационом периоду кукуруза. Однос је показатељ степена задово-љења потреба усева за водом. При овом прорачуну, потенцијална евапотранспирација одређивана је методом Пенмана (Frere, M., 1979). Добијене вредности упоређене су са при-носима кукуруза оствареним у појединим по-дручјима у 1998. години.

4. Резултати и дискусија

4.1. Одступање средњих месечних температура ваздуха и количина падавина у јулу и августу 1998. године од просечних вредности

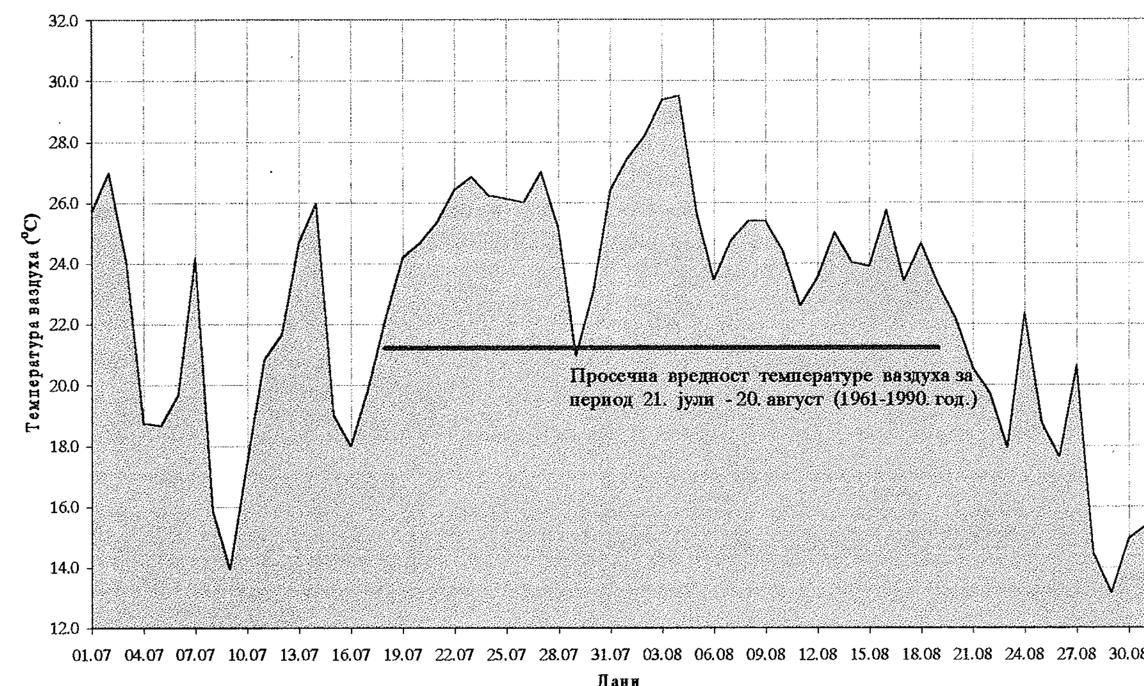
Анализа одступања средњих месечних тем-пература ваздуха од вишегодишњих просечних вредности и односа између забележених и просечних месечних количина падавина извршена је у циљу утврђивања општих карак-теристика топлотних и водних услова у којима су се одвијали раст и развиће пољопривредних култура током јула и августа 1998. године на територији СР Југославије.

У оба месеца, забележена су значајна позитивна, али не и екстремно велика одступања температуре ваздуха од просечних вредности (од +0,7° до +2,5°C). Посматрано у целини, одступања за месец агуст имају нешто веће вредности од оних за јул. Међутим, просторне расподеле одступања су међусобно доста сличне, вредности расту ка југозападу и југу земље.

Топлотни услови у подручјима на северу, где су одступања била најмања, могу се окарактерисати као нормални.

Просторне расподеле месечних сума падавина за јули и август карактерише велика неуједначеност. Међутим, значајнији дефицит количине падавина на територији наше земље забележен је само у јулу, и то не у свим подручјима. Највећи дефицит регистрован је у централној Србији, где је износио око 50%. У августу је у већем делу земље количина падавина била блиска просечним вредностима. На северу Војводине је у оба месеца забележен суфицит количине падавина.

Увидом у расположиве податке, запажене су велике разлике у вредностима температуре ваздуха између појединих делова периода јул-август и веома неравномеран распоред падавина унутар њега. Закључено је, стога, да анализа заснована само на месечним вредностима не може да пружи потребне информације о водним и топлотним условима током ових летњих месеци.



Слика1. Ход средње дневне температуре ваздуха (израчунате за дванаест одабраних станица) на територији СР Југославије током јула и августа 1998. године.

4.2. Количина падавина и температура ваздуха у периоду 18. јул - 19. август 1998. године

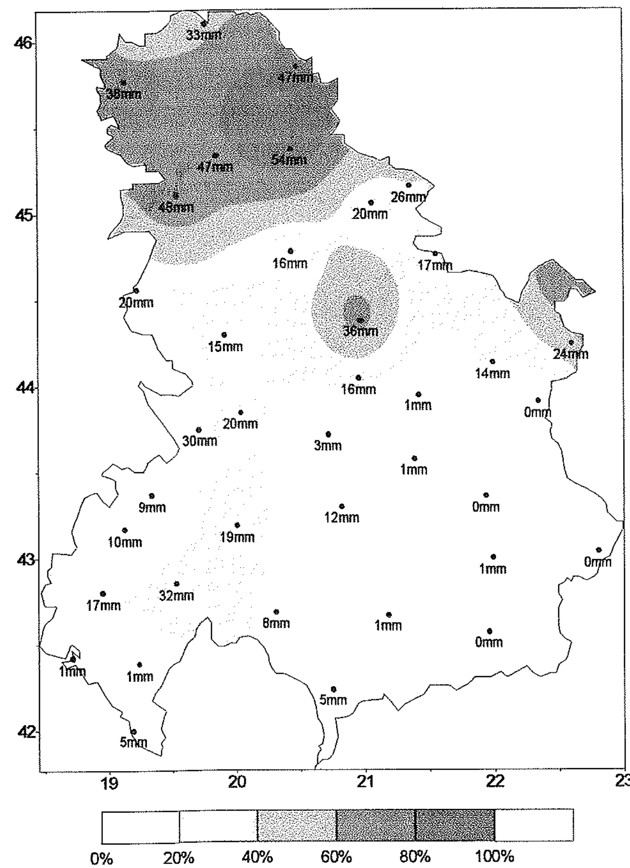
На основу анализе целокупног расположивог материјала, издвојен је период од 18. јула до 19. августа, који се одликовао веома високим тем-пературама ваздуха у целој земљи, при чему су на већем делу територије СР Југославије за-бележене мале количине падавина.

За потребе испитивања топлотних услова у посматраном периоду, одабрано је дванаест станица из различитих области које су ис-товремено и значајна пољопривредна подручја: Сомбор, Сремска Митровица, Београд, Смед-еревска Паланка, Ћуприја, Неготин, Пожега, Крушевац, Ниш, Приштина, Димитровград и Подгорица. За ове станице утврђене су просечне вредности температуре ваздуха за посматрани период. Пошто се није располагало одговарајућим вишегодишњим вредностима, добијени резултати упоређени су са просечним температурама ваздуха за приближан времен-ски интервал 21. јули - 20. август (период 1961-1990. година).

Средње температуре ваздуха у периоду 18. јули-19. август 1998. године на свим одабраним станицама биле су знатно веће од просечних вишегодишњих вредности. Вредности одсту-пања температуре ваздуха налазе се у интер-валу од +3,2° до +4,9°C. Највеће вредности од-ступања забележене су у Београду (+4,9 °C), Нишу (+4,7 °C) и Крушевцу (+4,6 °C), а најмање

у Пожеги (+3,2 °C), Срем. Митровици и Подгорици (+3,3 °C). Сва ова одступања, имајући у виду да се ради о временском периоду дужем од месец дана, су екстремно велика.

Ради илустрације основних карактеристика хода средње дневне температуре ваздуха током јула и августа на територији СР Југославије, израчунате су вредности средњих дневних температура ваздуха за одабрану групу станица које су представљене на слици 1. На слици је означен посматрани веома топли и сушни период и одговарајућа просечна вредност температуре ваздуха.



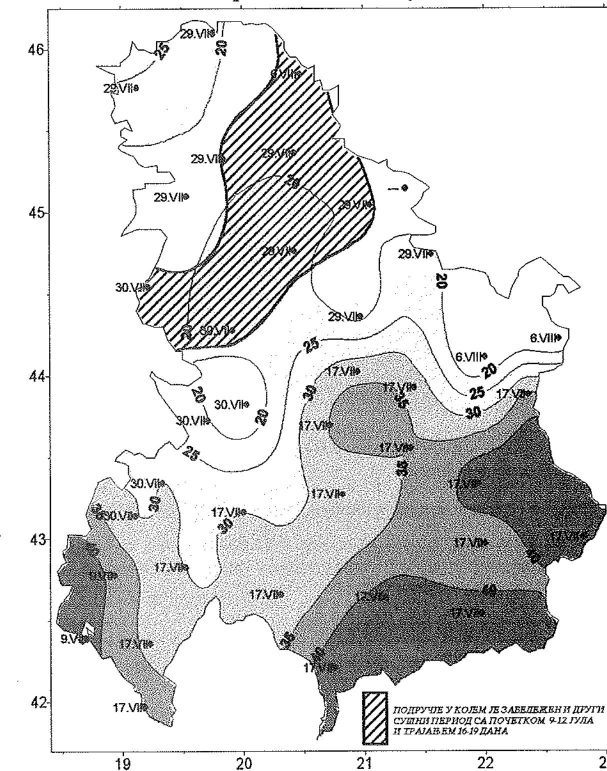
Слика 2. Количина падавина забележена од 18. јула до 19. августа 1998. године у милиметрима и проценту просечне вредности (у низу 1961-1990. година).

Са слике 1. може се видети да је у посматраном периоду температура ваздуха данима била много већа од вишегодишњег просека, а да се просечној вредности сасвим приближила у само једном дану (29. јула). Истовремено, падавина је било мало. Просторна расподела количине падавина представљена је на слици 2. Најмање кише било је на југу Србије и Црне Горе, до 20 процената просечних вредности утврђених за период 1961-1990. година. У неким местима на југоистоку Србије падавине су забележене само у траговима. Већи дефицит количине падавина није регистрован само у делу Војводине.

У јулу и августу 1998. године постојао је дужи период током којег су услови били неповољни за раст и развиће пољопривредних култура. Најнеповољнији услови били су на југу земље, као и у деловима источне и централне Србије. Екстремно високе температуре ваздуха ометале су одвијање физиолошких процеса биљака. Такође, услед интензивне евапотранспирације и недостатка падавина дошло је до брзог исцрпљивања залиха биљкама доступне земљишне влаге.

4.3. Трајање сушног периода

Трајање сушног периода у јулу и августу 1998. године одређено је за свих 38 станица према критеријумима који су наведени у поглављу о материјалу и методама. Резултати добијени овом анализом представљени су на слици 3.



Слика 3. Трајање у данима и датум почетка сушног периода у јулу и августу 1998. године на територији СР Југославије.

Анализа је показала да постоје велике разлике у датумима почетка, завршетка и трајању сушног периода између појединих подручја. Трајање сушног периода износило је од 15 дана на североистоку земље до 43 дана на југу Србије (Призрен, Врање). Према датим критеријумима, сушни период током јула и августа није идентификован само на једној

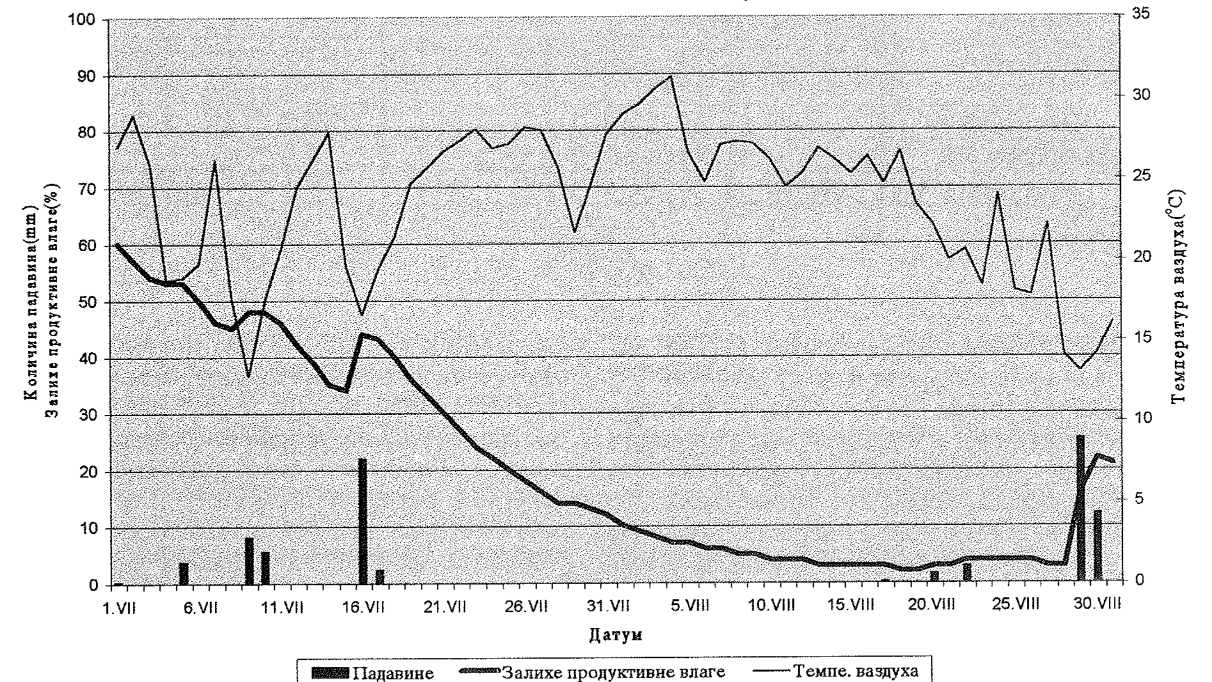
станици (Вршац, са најдужим бескишним периодом од 12 дана). Сушни период је на југу земље трајао више од месец дана, и то већином од 17. јула до краја друге декаде августа. На крајњем југу и југоистоку Србије сушни период је окончан тек пред крај августа. У осталим подручјима сушни период је трајао око 20 дана, са почетком у последњим данима јула или првим данима августа. Међутим, у делу Војводине, Западне Србије и Шумадије, укључујући и подручје Београда, током јула је забележен и други сушни период у трајању од двадесетак дана.

На основу резултата овог испитивања и прорачуна повратног периода за сушни период максималног трајања, заснованог на идентичним критеријумима за сушни период (Јовановић О., 1995.), може се закључити да појава сушних периода какви су се јавили током јула и августа 1998. године не представља посебно редак догађај у климатским условима наше земље. Чак и најдужим сушним периодима који су забележени на југу земље у трајању од око 40 дана одговарају релативно мали повратни периоди, између пет и десет година.

4.4. Земљишна суша

Прорачуном водног биланса који је извршен за дванаест станица, утврђене су дневне вредности потенцијалне, оптималне и стварне евапотранспирације, као и промене у залихама продуктивне влаге у земљишту током вегетационог периода кукуруза. За све анализиране станице карактеристично је нагло погоршање водног стања земљишта почев од средине јула, проузроковано интензивном евапотранспирацијом. Само је на северу земље погоршање водног стања земљишта за краће време заустављено падавинама у последњим данима јула.

У условима високе температуре ваздуха и одсуства падавина, у већем делу земље јака земљишна суша наступила је у првим данима августа. У појединим местима, углавном на југу земље, залихе продуктивне влаге у земљишту под кукурузом спустиле су се испод прага од 20% још у трећој декади јула. На слици 4. представљен је пример промене залиха продуктивне влаге током јула и августа 1998. године. Залихе продуктивне влаге изражене су као проценат вредности која одговара пољском водном капацитету.



Слика 4. Залихе продуктивне влаге у земљишту под кукурузом (%), средња дневна температура ваздуха (°C) и дневне количине падавина (mm) у јулу и августу 1998. године за станицу Ниш.

Релативно повољно стање влажности земљишта задржало се током целог вегетационог периода кукуруза само у деловима Војводине и западне Србије. Стање влажности земљишта побољшано је у трећој декади августа, са изузетком неких подручја на југу и истоку Србије, где се земљишна суша продужила до почетка септембра, тек када су забележене обилније падавине.

Анализа трајања земљишне суше извршена за станице у производним подручјима кукуруза, показала је да се оно значајно разликовало од подручја до подручја. Док је на северу и западу земље изразита земљишна суша трајала кратко или је није ни било, на југу и истоку Србије и на југу Црне Горе трајала је више од месец дана. Уколико се упореде просторне расподеле трајања сушног периода и земљишне суше на територији наше земље, може се закључити да постоји међусобна сличност, али и одређене разлике. У већем делу земље, земљишна суша је наступила 10-20 дана након почетка сушног периода и трајала је нешто краће. Међутим, у појединим подручјима земљишна суша је била дуготрајнија од сушног периода. Најупадљивији је пример Неготинске Крајине, где је земљишна суша трајала двоструко дуже од сушног периода. У овој области су падавине током јула и августа биле добро распоређене, али недовољно обилне да компензују интензивну евапотранспирацију.

Табела 1. Трајање земљишне суше, количина падавина и прорачунате вредности укупне евапотранспирације и укупне оптималне евапотранспирације током вегетационог периода кукуруза (15.IV-31.VIII) у 1998. години

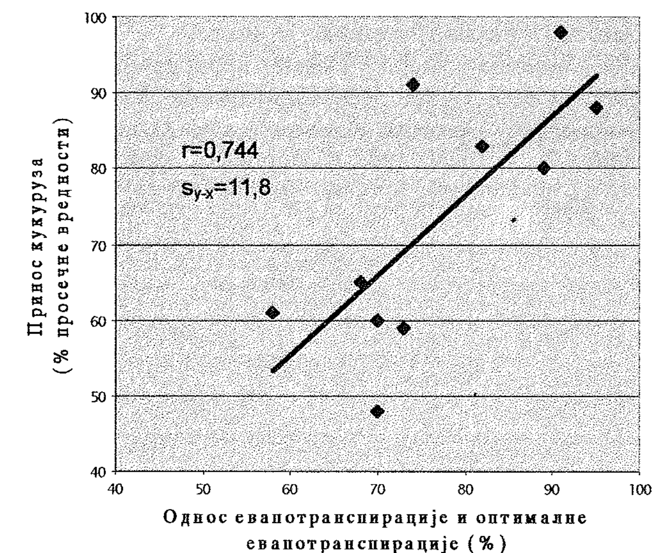
Станица	Земљишна суша			R(mm)	Евапотранспирација (mm)		
	поч.	зав.	тр.		ЕТ	ЕТопт	%
Сомбор	16.VIII	21.VIII	6	331	388	428	91
Срем.Митровица			0	308	399	419	95
Београд	31.VII	28.VIII	29	211	297	422	70
Смед. Паланка	7.VIII	19.VIII	13	326	346	424	82
Пожега	9.VIII	20.VIII	12	339	328	370	89
Неготин	4.VIII	3.IX	31	216	311	418	74
Ћуприја	2.VIII	5.IX	35	324	357	449	80
Крушевац	3.VIII	28.VIII	26	176	281	411	68
Ниш	26.VII	28.VIII	34	183	252	433	58
Приштина	1.VIII	28.VIII	28	233	299	408	73
Димитровград	5.VIII	28.VIII	24	222	297	424	70
Подгорица	24.VII	28.VIII	36	411	374	521	72

Резултати добијени прорачунима водног биланса за дванаест станица дати су у табели 1. у виду рекапитулације. Може се видети да процењене потребе усева кукуруза за водом током вегетационог периода 1998. године углавном износе 400-450mm. Међутим, укупне количине падавина у вегетационом периоду кукуруза значајно су се разликовале. У јужној, источној и деловима централне Србије забележено је свега 180-220mm воденог талога. При овим количинама падавина, упркос постојању залиха земљишне влаге накупљених у зимском периоду, повећане потребе кукуруза за водом остале су великим делом незадовољене. Израчунати односи укупне евапотранспирације и укупне оптималне евапотранспирације усева кукуруза током вегетационог периода налазе се у доста широком интервалу вредности. У подручјима на југу и истоку земље овај однос износи 60-70%, а у Војводини и западној Србији, где су водни и топлотни услови били најповољнији, око 90%.

4.5. Последице неповољних водних и топлотних услова на оствареним приносима кукуруза

Вредности односа укупне евапотранспи-рације и укупне оптималне евапотранспирације усева кукуруза током вегетационог периода 1998. године упоређене су са оствареним приносима. Поређење је извршено за десет општина Републике Србије у којима се налазе климатолошке станице за које је извешен прорачун водног биланса. Приноси кукуруза у 1998. години били су мањи од одговарајућих просечних приноса одређених за период 1991-1997. година. Смањење приноса у појединим подручјима било је велико и достизало око 50%. На слици 5 представљена је линеарна регресиона зависност између остварених приноса кукуруза изражених као проценат просечне вредности и израчунатог односа између укупне евапотранспирације и укупне оптималне евапотранспирације. Иако при прорачунима водног биланса нису узете у обзир неке значајне регионалне специфичности, као што су разлике у преовлађујућим типовима земљишта, фенолошким карактеристикама развића кукуруза, почетном водном стању земљишта итд., добијена зависност је индикативна. Указује на то да је умањење приноса већим делом било последица неповољних водних и топлотних услова. Може се рећи да су резултати потврдили већ изнете ставове (Спасов П. и сар., 1992) да се оперативне агрометеоролошке методе за мониторинг раста и развића пољопривредних култура, примењене у овом истраживању, могу успешно користити за процењивање последица пољопривредне суше у климатским условима наше земље.

Слика 5. Регресиона зависност између остварених приноса кукуруза у 1998. години (у процентима просечних приноса) и односа између евапотранспирације и оптималне евапотранспирације (%)



5. Закључци

У раду су представљени резултати истраживања неких од најзначајнијих аспеката суше која је у јулу и августу 1998. године забележена на територији СР Југославије:

-За јули и август карактеристични су позитивно одступање средње месечне температуре ваздуха и неравномеран распоред падавина. Период од 18. јула до 19. августа одликовао се веома високом температуром ваздуха и малом количином падавина.

-Сушни период је трајао различито, од око две недеље на североистоку до око 40 дана на југу земље. У делу Војводине, Западне Србије и Шумадије забележена су два сушна периода приближно једнаке дужине.

-У већем делу земље земљишна суша наступила је крајем јула или у првим данима августа. На југу и истоку Србије и на југу Црне Горе земљишна суша била је најдужа, трајање је за земљиште под кукурузом процењено на око месец дана.

-Потребе усева кукуруза за водом током вегетационог периода биле су повећане, а укупне количине падавина у јужној, источној и делу централне Србије биле су мање од просечних вредности за исти период. Тако, потребе кукуруза за водом остале су значајним делом незадовољене. Однос евапотранспирације и оптималне евапотранспирације за ова подручја процењен је на 60-70%. У већем делу Војводине и западне Србије потребе усева кукуруза за водом задовољене су са око 90%.

-Анализирани сушни период, по својој дужини, не спада у посебно ретке догађаје. Међутим, био је праћен екстремно високом температуром ваздуха која је ометала одвијање физиолошких процеса биљака. Такође, услед интензивне евапотранспирације, дошло је до исцрпљивања залиха земљишне влаге. Залихе

су у већем делу земље већ биле смањене због дефицита падавина у зимском и пролећном периоду.

- Неповољни водни и топлотни услови током критичног периода у развићу, проузро-ковали су значајно умањење приноса кукуруза и других ратарских култура, посебно на југу и југоистоку земље.

6. Литература

Antal, E., Kozmane T.E., 1980: Climatological method for estimation of areal evaporation, Idojaras, Vol. 84, No 2, Budapest.

Frere, M., Popov G.F., 1979: Agrometeorological Crop Monitoring and Forecasting, FAO plant and Protection Papers No. 17, Rome

Јовановић О. ,Узелац Ј.,1995: Разлика у трајању сушних периода при анализи вегетационог периода и целе године, ЈДХ, Саветовање "Жене, воде и водопривреда Југославије" - Сремски Карловци, стр. 73-76, Београд.

Spasov P., Živković D., Krajinović Z., Vukin N., 1992: Monitoring of agroclimatic conditions of vegetative period and yeld forecast. Zbornik radova RHMZ Srbije, str. 243-258, Beograd.

ВРЕМЕ И САОБРАЋАЈ

МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ

Љиљана Савић, дипл. метеоролог
Југословенски аеротранспорт, Булевар уметности 16,
11070 Нови Београд

Abstract

Meteorological data have the important influence on flight operations safety and cost effectiveness. This study offers the information on what aviation meteorological data are used in specific phases of operations in Airline practice. It also offers the information on how often these data are used as well as on the nature of their importance and influence on the air operations.

Абстракт

Метеоролошки подаци имају значајан утицај на безбедност и економичност летења. У овом раду је приказано који се ваздухопловни метеоролошки подаци у којим фазама рада користе у једној ваздухопловној компанији. Такође је приказано колико често се ти подаци користе и какав је њихов значај и утицај на извршење летења.

1. Увод

Према неким статистикама у свету постоји око пола милиона авиона у цивилном ваздухопловству. Више од 80% ове флоте су авиони са једним мотором. За већину ових малих летилица неопходни су довољно добри, тзв. визуелни метеоролошки услови за лет а веома су осетљиви и на залеђивање, турбуленцију и јаке ветрове. Међутим, цивилни авиотранспорт углавном зависи од млазних и елисно-млазних мотора. Ови авиони могу летети у нешто горим метеоролошким условима јер лете по инструментима, односно по тзв. инструменталним правилима летења али су и даље осетљиви на многе метеоролошке појаве. Авионима са овим моторима у путничким ваздухопловним компанијама припада 95% свих пређених путничких километара. Дакле, највећи број операција изврше баш ови авиони налазећи се најдуже у ваздуху и носећи највише путника.

Занимљиво је имати на уму и следећу статистику. Од укупног броја авио удеса 20% се деси на рути а осталих 80% у околини или на аеродрому. Ово је разумљиво јер су најосетљивије операције у ваздухопловству управо полетање и слетање. Разматрајући факторе удеса дошло се до резултата да у око 35% случајева постоји посредан или непосредан утицај метеоролошких услова на несреће. У око 15% случајева чисто метеоролошки фактор је узрок несреће. Последње две године, 1996. и 1997. биле су неславне са својих 57 односно 51 удесом у којима је погинуло укупно око 3500 људи. Само последња несрећа у 1997. години однела је 104 људска живота када је пао SILKAIR-ов Боинг 737-300 на линији Џакатра-Сингапур наишавши на област јаке турбуленције у облацима.

Усавршени аеропрофили, нова технологија материјала као и нови електронски системи омогућавају све боље перформансе ваздухоплова. Домет и носивост летилица су све већи. Конкуренција на тржишту доприноси максималном коришћењу повећаних могућности и ресурса авиона. У таквим условима неопходно је што оптималније користити метеоролошке информације пре и у току лета. При томе су основни императиви одржавање и побољшање безбедности и економичности летења.

2. Изградња аеродрома

Употреба метеоролошких података у ваздухопловству почиње много пре него што један аеродром настане (Слика 1.). Добро поставити и изградити један аеродром зависи од помно проучених податка о надморској

висини, температури, ветру, опасним појавама итд. за једну локацију. Промена надморске висине за 300м, због промене густине ваздуха, захтева 7% дужу писту а за сваки 1°C више просечне температуре од стандардне неопходно је додати 1% дужине писте ако желимо аеродром са задатом употребљивошћу. Ако орографија локације допушта, сам правац писте ће искључиво зависити од праваца преовлађујућих ветрова.

3. Стратегијска припрема лета

Једном постављен и изграђен аеродром имаће различити ниво искоришћености зависно од сезоне и доба дана. При стратешком планирању реда летења потребно је знати, на основу климатологије аеродрома, када планирати време полетања и слетања за одређени аеродром како би се избегли периоди са учесталим опасним и рестриктивних појавама (нпр. магла, јаки пљускови кише итд.) које би пореметиле операције на аеродрому и ред летења компаније.

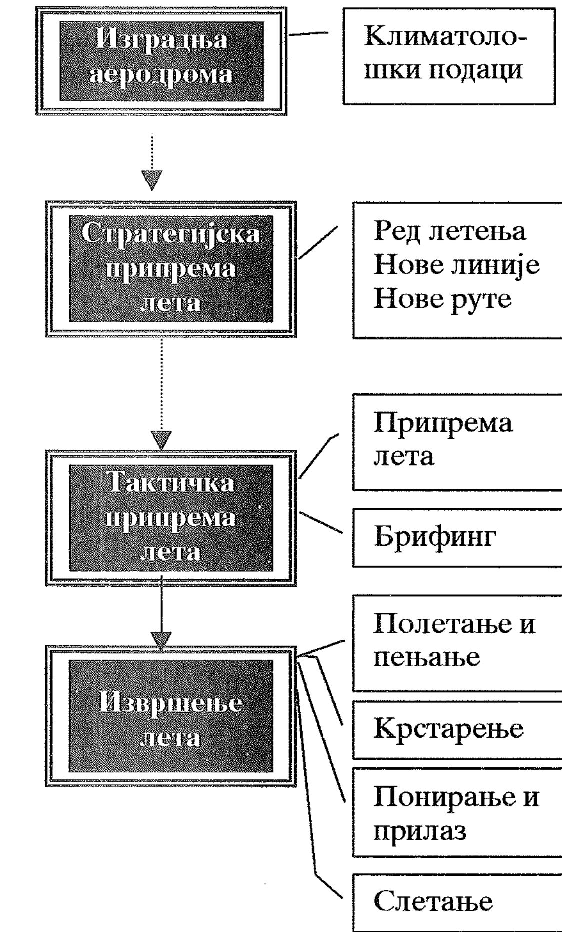
Формирање нове линије, осим доброг реда летења, захтева и упознавање оперативног особља и посада са климатологијом аеродрома, посебно оних који су са другачијим климатолошким карактери- стикама од области седишта компаније. Детаљне статистике и описи климе аеродрома су од изузетне користи у том послу. На жалост, ни за нашу земљу не располажемо климатографијама за све аеродроме а често не постоје или су недоступне и за многе аеродроме у свету. Стратегијска припрема лета, осим упознавања са климатологијом аеродрома подразумева и упознавање са клима-тологијом виших слојева атмосфере и специфичних *рута* као што су поларне, екваторске и др.

4. Тактичка припрема лета

За разлику од једном извршене стратегијске припреме лета тзв. тактичка припрема лета је припрема сваког конкретног, појединачног лета и врши се на земљи пред свако извршавање тога лета. У овој фази рада користе се скоро све врсте ваздухопловних метео података.

4. 1. Припрема лета

Припрема лета подразумева, између осталог, припрему и израду плана лета. План лета (Слика 2.) укључује дефинисање руте и дистанце до дестинације, дефинисање нивоа лета, брзине, количине горива и времена потребног за лет као и тежине авиона на полетању и слетању. За добро и реално дефинисање ових параметара неопходно је, осим многих других података имати ***метеоролошке податке о аеродрому полетања, слетања и могућим алтернацијама*** као и што је могуће боље ***податке за руту***. Обзиром да се припрема врши неколико сати пре почетка смог лета, већина података који су неопходни су, у ствари, ***прогностички метео подаци.***



Слика 1. Фазе коришћења метеоролошких података

Добро *дефинисање руте* захтева увид у ***опасне појаве на могућој рути*** и њихово максимално избегавање. С тога је неопходно располагати ***картама значајног времена на рути (СЊЦ), СИГМЕТ-има*** (ако су издати) за област кроз коју се намерава летети, ***упозорењима свих врста која се односе на изузетно опасне појаве*** могуће у тим областима (тропски циклони, ерупције вулкана, облаци вулканског пепела итд.).

JAT FLIGHT DISPATCH OPERATIONAL FLIGHT PLAN 09:31 25MAY98
25MAY98 **JAT 350** **BEG – FRA** STD 1025 STA 1220 D93JK

ATD __________ ATA __________ ATOW __________ T/O FUEL __________

ETOW 43625 ELW 38886 EZFW 35641 TAS 437 MN LRC WC M19

POS	FL	ZT/TT	....	AWY	DST	TRK	TAS	WIND	TTL
LYBE	CLB	20/0:20	....	SID	115	VAR			
KEL	CLB	00/0:20	....	UA4	1	003			6477
TOC	330	04/0:24	....	UA4	30	003	431	P 23	6323
BUG	330	07/0:31	....	UA4	50	346	437	P 02	6041
TPS	330	11/0:42	....	UG1	71	275	437	M 56	5613
GYR	330	04/0:46	....	UG1	28	299	438	M 35	5454
KEL	350	04/0:50	....	UG1	24	298	437	M 32	5319
FMD	350	04/0:54	....	UG17	31	305	437	M 25	5148
STO	350	04/0:58	....	UA15	32	328	438	M 08	4978
FIR	350	01/0:59	....	UA15	5	329	438	M 08	4952
OKF	350	06/1:05	....	UA15	43	321	437	M 13	4722
VOZ	350	06/1:11	....	UA15	41	324	437	M 12	4504
OKL	350	03/1:14	....	UA152	22	269	436	M 23	4384
RAK	350	07/1:21	....	UR11	46	267	436	M 21	4136
TOD	DES	01/1:22	....	UR11	4	267		M 12	
OKG	DES	27/1:49	....	OKG1	160	VAR		M 12	3245

MIN TO ALT 2745
FIR/UIR: LHCC 0:20 LOWW 0:46 LKAA 0:59 EDUU 1:22

	FUEL	TIME	DIST		
TRIP	4739	1:49	703		
ALT	1545	0:30	140		
HOLD	1200	0:30			
R.RES	500	0:12			
TAXI	150				
REQ	8134	3:01		PAX	77
EXTR	0			CARGO	16 KG
REC	8134	3:01		CORR FUEL/WEIGHT	87 KG/T

ALTN: DUS (EDDL) AM TRK 318 **WIND COMP M18**

METEO OBSERVED: 25MAY98 00 UTC **LIMIT FLTPLAN 25MAY98 1325**

PREPARED BY ____________________ ADITIONAL FUEL AT CAPETAIN'S DISCRETION _____

CAPTAIN ____________________ REASON ____________________

Слика 2. План лета (делимичан приказ)

Када се према очекиваној метео ситуацији изабере рута долази фаза рачунања свих потребних параметара за лет. За добар прорачун потребног и резервног горива за један лет неопходно је имати што је могуће бољу ***прогнозу ветра, млазне струје, температуре и висине тропопаузе на захтеваној рути и за захтевано време.*** Обзиром да је и у средње развијеној компанији број летова у једном дану велики, да се руте и висине летова често мењају и да покривају најчешће широке географске области, неопходно је из одређених прогностичких модела аутоматски добијати ***прогнозе наведених података за велике области.*** Ти подаци добијени у дигиталном облику улаз су за тзв. Flight planning компјутерске системе који затим, према добијеним прогностичким параметрима аутоматски израчунавају остале неопходне параметре за лет. На плану лета (осенчена поља) се приказује просечна компонента ветра за целу руту, компоненте ветра за сваки сегмент руте и компонента ветра за руту до алтернације. Обавезно се даје информација о старости података на основу којих је израђена прогноза.

Током припреме лета проверава се какво је стварно и прогнозирано време на дестинацији узимањем ***најсвежије*** *METAR* ***и*** *TAF* ***поруке.*** Зависно од тога одлучује се да ли ће лет бити изведен или не. Битан сегмент припреме је и бирање могућих алтернација за слетање. То се ради на основу *TAF* ***прогнозе времена за аеродроме*** који су стратегијски одабрани као алтернације за одређени лет и тип авиона.

Без обзира на то какво се време очекује на дестинацији, процедура бирања алтернација је обавезна и потребно гориво за претпостављене алтернације се мора понети. За овај део посла користе се *METAR* ***извештаји о времену и још више*** *TREND* ***и*** *TAF* ***прогнозе за аеродроме од интереса.***

Служба у којој се ови послови одвијају у компанијама најчешће се зове Flight Dispatch. Дакле, у Flight Dispatch-у се морају правовремено наћи на располагању сви ови метеоролошки подаци како би се припрема извршила квалитетно. Већ поменути обим операција у цивилном ваздухопловсту и велика гужва у ваздушном простору, посебно у Европи, не допуштају произвољност и импровизације у овом послу. Сваки од корака у припреми лета мора се оптимално одрадити тако да је ***сваки прорачун и избор на страни безбедног летења.*** Одмах затим се мора поштовати критеријум ***економичности летења*** које намећу високе цене горива и конкуренција на тржишту. Дакле, ***баланс између избегавања опсних појава и коришћења повољних временских услова је мера доброг планирања једног лета.***

4.2. Брифинг и материјал за лет

Даља припрема лета се састоји у припреми посаде која ће радити конкретан лет. Да би то посада урадила долази у Flight Dispatch по све потребне податке. Та фаза припреме зове се Брифинг. Добивши припремљени план лета посада разматра изабрану руту и све њене карактеристике, као и разлоге због којих је диспечер одабрао баш ту руту и алтернације. Образлажући свој избор, диспечер даје на увид ***све метео податке*** (наравно и остале) ***које је користио.*** Да би брифинг био потпун, посада добија ***нови сет свих метео података потребних за лет уколико су се они у међувремену променили, тј. изашли нови.*** Ово је неопходно јер се припрема лета врши неколико сати унапред а брифинг пред сам одлазак посаде у авион. Зато се посада снабдева што је могуће ажурнијим подацима. Уколико се на основу нових података утврди да је дошло до било које значајније промене метео услова или прогнозе тих услова, а који утичу на лет, постоји могућност накнадне израде новог плана лета и избора нових алтернација па чак и руте.

Дакле, за метео брифинг, као део целокупног брифинга у компанији, неопходни су потпуно исти подаци као и за припрему лета али ажурирани за тај моменат. Овако ажурни подаци сачињавају и потребну документацију коју посада носи са собом на лет.

После добре припреме и брифинга посада је спремна да започне свој задатак извршавања лета. У време припреме посаде за лет врши се паралелно и припрема самог авиона за лет. То између осталог значи добро спољашње прање и одлеђивање летилице као би аеродинамика авиона остала ненарушена. Начин одлеђивања (de-icing) и заштита (anti-icing) од даљег залеђивања на полетању зависиће од температуре, влаге и метеоролошких појава у тренутку припреме авиона за лет као и од очекиваних услова у периоду који непосредно следи, све до полетања авиона.

5. Извршење лета

Сваки лет се састоји из четири основне фазе: полетање и пењање, крстарење, понирање и прилаз и слетање. За разлику од припреме, само извршење лета, а посебно полетање и

слетање, захтевају што је могуће ажурније ***стварне тј. осмотрене метео податке*** који директно утичу на безбедно извршење ових фаза.

5. 1. Полетање и пењање

Полетање је врло осетљива операција која захтева актуелне податке ***о видљивости,*** *RVR,* ***садашњем времену, ниској облачности, температури, температури тачке росе, двоминутном просечном приземном ветру и притиску на основу кога се подешава висиномер.*** Осим ових података потребно је знати и *TREND* ***прогнозу ветра, видљивости, облачности, значајног времена и смицања ветра.*** Ове податке пилот добија у непосредном контакту са контролором лета а у тренутку када је спреман за стартовање мотора.

5. 2. Крстарење

Обавивши успешно полетање и пењање и нашавши се на нивоу лета, пилот долази у додир са нешто другачијом средином. Сада га занимају метео појаве у вишим слојевима атмосфере као што су ***грмљавински облаци, тропски циклони, линије нестабилности, град, залеђивање и турбуленција у облацима и ведром времену, планински таласи и друге опасне појаве*** на које их упозоравају SIGMET-и које су добили на брифингу или које добијају у току лета од котрола летења са којима су у контакту. Осим тога, и сам авион је опремљен инструментима који му дају податке о ***тренутном спољашњем ветру и температури. Метео радаром у авиону*** који скенира облачне слојеве испред авиона могу се уочити ***зоне турбуленције и града*** које ваља избећи.

Посматрајући и брињући углавном о појавама на рути испред себе пилот не занемарује ни време на аеродромима који су у близини његове тренутне позиције, тзв. рутне алтернације. Слушајући *VOLMET* ***снимљену емисију са*** *METAR* ***извештајима за околне аеродроме*** пилот је стално у току са временом на тим аеродромима за случај хитне потребе за слетањем. Када дође у домет VOLMET емисије своје дестинације, пилот прати време на дестинацији и потенцијалним алтернацијама као би на време могао утврдити да ли ће имати повољне услове за слетање на дестинацију или ће бити неопходно да се одмах упути на неку од предвиђених алтернација.

5. 3. Понирање и прилаз

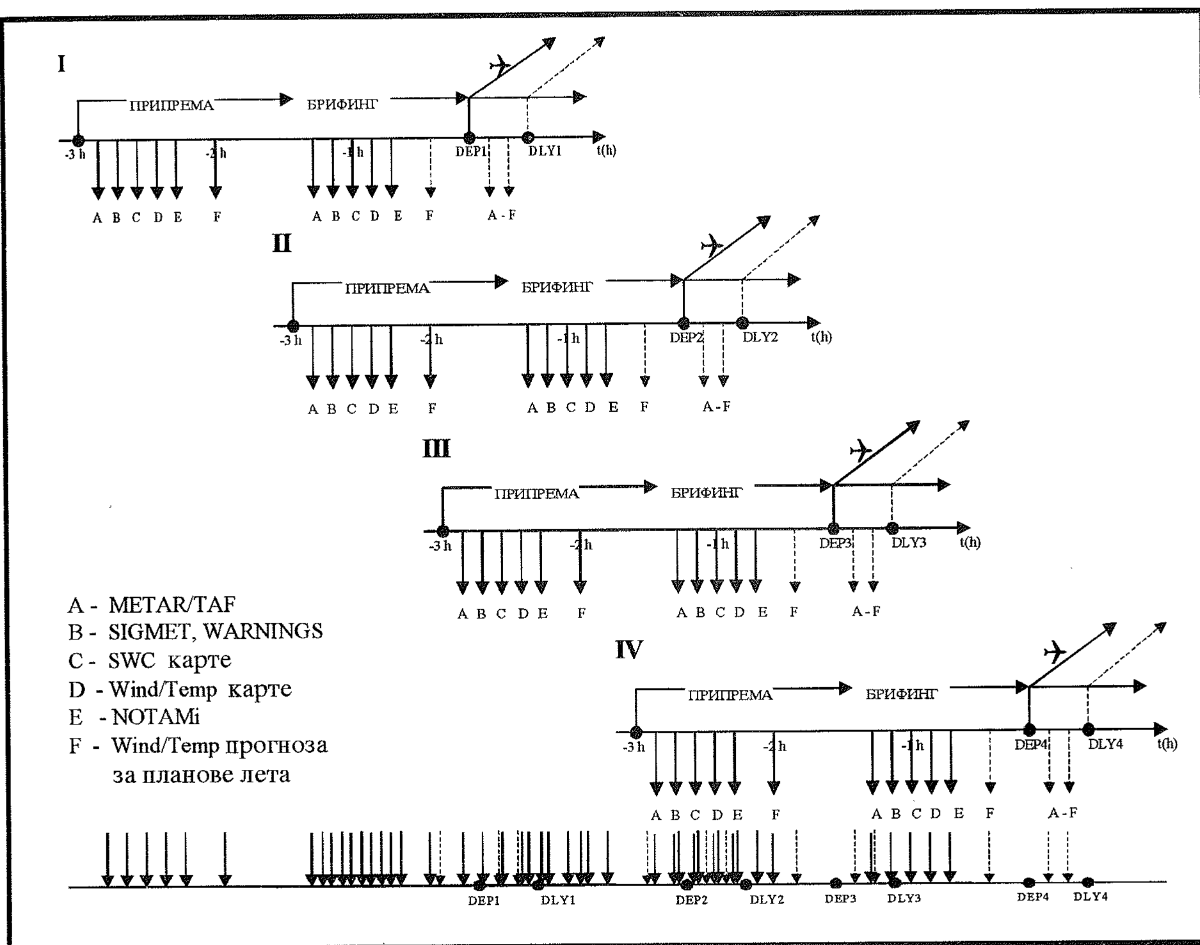
Утврдивши да је време на аеродрому дестинације добро, или определивши се за неки од алтернативних аеродрома, пилот са крстарења прелази у фазу навигационо тачно дефинисаног прилаза изабраном аеродрому. Тада су му потребни ***сви они подаци и*** *TREND* ***прогнозе параметара као и за фазу полетања*** како би подесио инструменте и припремио се за неопходне маневре за безбедно слетање.

5. 4. Слетање

Прилаз се завршава самом операцијом слетања када пилот који командује авионом добија од контролора ***текуће вредности приземног ветра на прагу писте на који слеће као и податке о видљивости писте у правцу у који слеће*** и то најчешће за сваку трећину писте.

6. Меторолошки подаци у Припреми лета

Када је већ на изабраној рути, посада има могућности да у сарадњи са контролом лета и по њеном одобрењу промени руту или ниво лета. Ипак ове могућности су ограничене местом и временом догађаја. У случају гужве на рути или у околни аеродрома до оваквих промена сме доћи само строго контролисано или уопште не сме доћи због опасности од судара у ваздуху. Да би се овакве промене максимално избегле и да би се лет успешно остварио, све фазе лета треба добро припремити и подржати свим потребним подацима у правом тренутку. Део посла у коме до највећег изражаја долази метеоролошка подршка једног лета и у коме се најбоље могу искористити предности познавања метеорологије је припрема лета. Зато је избор руте, нивоа лета, алтернација, одлагање полетања авиона или потпуно укидање лета врло важан део припреме у коме је слобода одлучивања много већа и значајнија. Ту долази до изражаја квалитет метеоролошких података који су на располагању у датом моменту, знање метеорологије као и бројни други неметеоролошки фактори.



Слика 3. Припрема летова и фреквенција захтева за метео подацима

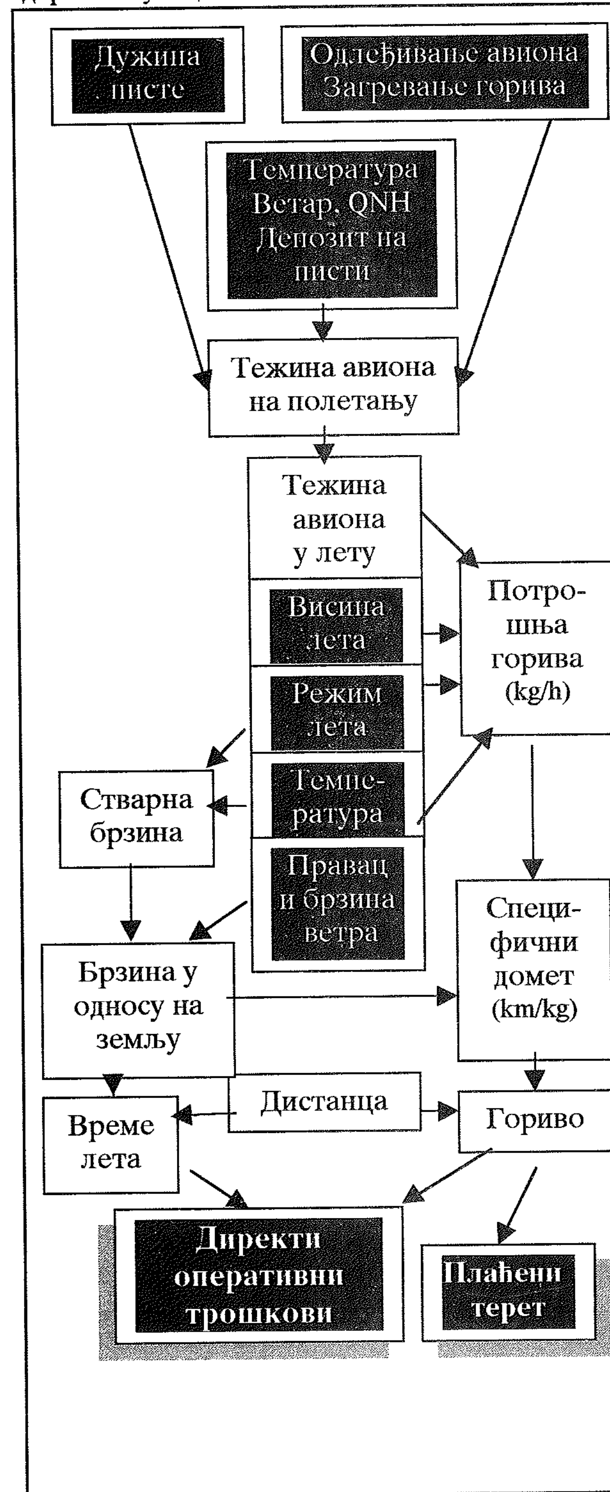
Како тече припрема једног лета у компанији најбоље се може видети на Слици 3. Посматрајући једну од временских оса (I - IV) на слици види се да набавка и коришћење свих потребних података почиње 3 до 4 сата пре времена полетања зависно од врсте лета који се припрема (кратко и средње линијски лет, интерконтинентални лет). Затим се израђује план лета и припремају сви други потребни подаци за брифинг и лет како је већ описано. Уколико је све регуларно у собраћају дотичног дана, посао се понавља по овој шеми за сваки лет по реду летења као што се види на Слици 3. При овоме треба имати у виду да су обично времена полетања концентрисана у одређене сате дана и да се често због тога врши припреме више летова одједном. Тада се са припремом почиње много раније па се због тога подаци морају тражити у више наврата. У случајевима када је лоше време на аеродрому полетања и/или аеродрому слетања, због техничких разлога у компанији, кашњења авиона са претходног лета идр. може доћи до значајног померања времена полетања. Тада се припрема једног лета може понављати једном или више пута. Дакле, фреквенција захтева за разним врстама метео података у компанији је изузетно велика што се види на посебној временској оси на дну слике. Уз то треба имати у виду да је на слици приказана ситуација са само четири полетања за три сата што је значајно мање од броја полетања у часовима вршног саобраћаја у већим компанијама.

7. Значај метеоролошких података у ваздухопловству

Из претходног се види да је добијање и употреба метеоролошких података у компанији од изузетно великог значаја. Због тога у компанијским оперативним

службама мора постојати поуздан главни и резервни извор свих врста метеоролошких података. Подаци се морају добијати на време, брзо, редовно и комплетно на сваки захтев. Квалитет и читљивост материјала мора бити на високом нивоу. Материјал мора бити у сагласности са светским ваздухопловним прописима и стандардима и по квалитету и по

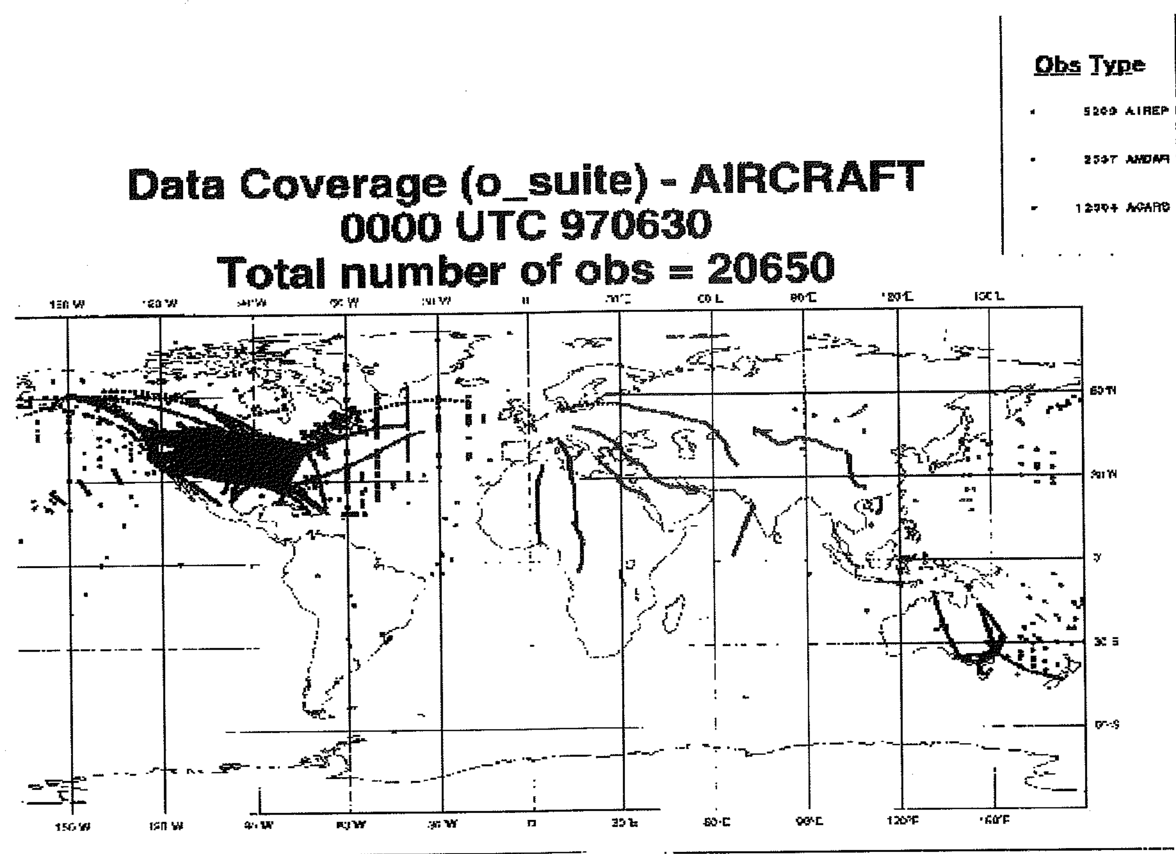
форми. Побољшање квалитета и друге промене података не смеју утицати на форму материјала јер се он употребљава оперативно до стране људи који нису експерти за метеорологију. Честе промене форме и врсте материјала могу изазвати нежељене грешке и директно утицати на безбедност летења.



Слика 4. Метеоролошки фактори који утичу на оперативне трошкове летења

Обзиром да је метеоролошка припрема само један од аспеката целокупне припреме лета, пожељно је да сви подаци буду на једном извору података и да је приступ подацима кориснички оријентисан. Посматрајући Дакле, почевши од дужине писте која је на располагању а која је одређена, како смо већ рекли на основу познавања неких метеоролошких фактора, преко тренутних података на писти и стању њене површине до одлеђивања авиона и загревања горива, сви ови фактори утичу на тежину авиона на полетању. Зависно од тежине авиона, висине и режима лета и зависно од температурних услова у околној атмосфери зависиће потрошња горива (kg/h). Температура и режим лета утичу и на стварну (ваздушну) брзину авиона. Стварна брзина авиона и правац и брзина ветра одредиће брзину у односу на земљу. Потрошња горива и брзина у односу на земљу одредиће специфични домет авиона тј. број километара које је могуће досећи по сваком килограму горива. Узевши у обзир дистанцу коју треба прећи, специфични домет који је могуће постићи и брзину у односу на земљу која се у условима реалног ветра може постићи, добијамо тачно време лета и гориво потребно за тај лет а ти параметри одређују, уз неке друге, директне оперативне трошкове лета и количину плаћеног терета (путници, роба, пошта идр.) који авион може понети.

Како су приказане везе добро познате лако је после извршеног лета израчунати оперативне трошкове лета и остале параметре. Проблем настаје када се лет припрема, тј. када се планира, јер тад у прорачун улазе прогнозиране вредности метеоролошких параметара. Гледајући тако на проблем види се колики је значај метеоролошких података који су потребни да би се што реалније одредили сви потребни параметри лета. Обзиром да смо рекли да је сврха свих прорачуна пре свега припремити довољно безбедан лет у условима који се могу наћи на рути и дестинацији, значај расположивости и квалитета података којима се оперише много је очигледнији компанијама као корисницима него што је то даваоцима информација тј. метеоролозима. Осим тога, како су авио компаније комерцијалне фирме мора се имати на уму да се употреба свих ових података мора извести што оптималније без непотребних трошкова због недостатка мето информација или њиховог лошег квалитета и неадекватности. Баш због оваквих услова метео информације на располагању у компанији морају бити максимално могуће квалитетне и испуњавати већ наведене услове.



Слика 5. Осматрања на авионима (30. 06 1997. 00 UTC, асимилирано 20650 осматрања типа AIREP, AMDAR и ACARS; ECMWF, Reading)

Такође, метеоролози треба да буду што боље упознати са начином и сврхом коришћења њихових продуката у савременом ваздухопловству. Тако би при изради продуката за ваздухопловство уложили максималне напоре да учине своје продукте квалитетнијим. Обзиром на природу посла и корисника у ваздухопловству није пожељно значајно повећавати постојећи број метеоролошких продуката већ је неопходно радити на томе да квалитет тих продуката буде на што је могуће вишем нивоу јер се једна веома осетљива област људске делатности ослања на њих. У том послу ваздухопловство помаже метеоролозима. Осматрања са авиона (Слика 5.) су по међународним прописима обавезна за одређене летове. Обзиром на све бржи напредак технике очекује се да ће сви авиони нове генерације бити опремљени неким од система аутоматског осматрања метеоролошких параметара на висини. Тако добијени подаци ће тим истим системима (ACARS, AMDAR) такође бити ефикасно аутоматски послати у неки од колективних центара. Тиме ће се густина података добијених са авиона значајно повећати и бита слична већ сада постојећој у Сједињеним Америчким Државама где је број авиона опремљен овом опремом већ значајно велики и где је прикупљање тих податак обавезно.

МЕТЕОРОЛОГИЈА У СЛУЖБИ ВОДОПРИВРЕДЕ

АНАЛИЗА ХИДРОЛОШКИХ И МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА СЛИВУ РЕКЕ КОЛУБАРЕ У ЈУНУ 1996. ГОДИНЕ

Анђелина Д. Вукмировић, дипл. инж., Бранислава Љ. Капор, дипл. инж.

Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66 . 11030 Београд, Југославија

Abstract

As a conseqvence of the sinoptic conditions, on June 13, 1996, the rainfall of high intesity over the catchment of the river Kolubara caused high water and tributary flooding and at some hydrological station the water level apsolute values were recored. The characteristics of observed rainfall and ischarge were analysed as well as their effectcause relations. The study includes also the statistcal analysis of these values in previous long term observations.

Абстракт

Као последица развоја синоптичке ситуације13.јуна 1996.године на сливу реке Колубаре кише јаког интензитета изазвале су појаву великих вода, изливање притока, а на појединим хидролошким станицама превазиђени су до тада забележени апсолутно максимални водостаји. Анализиране су карактеристике осмотрених падавина и протицаја и њихове узрочно последичне везе. У анализу је укључена и статистичка анализа ових величина у претходном вишегодишњем периоду осматрања.

1. Увод

Киша, веома јаког интензитета, која је пала у поподневним часовима 13. 06. 1996. године, условила је појаву великих вода у сливу Колубаре. Највеће количине падавина пале су на десној страни средњег и доњег тока реке Колубаре што је проузроковало изливање на притокама и проглашавање ванредне одбране од поплава на реци Лукавици.

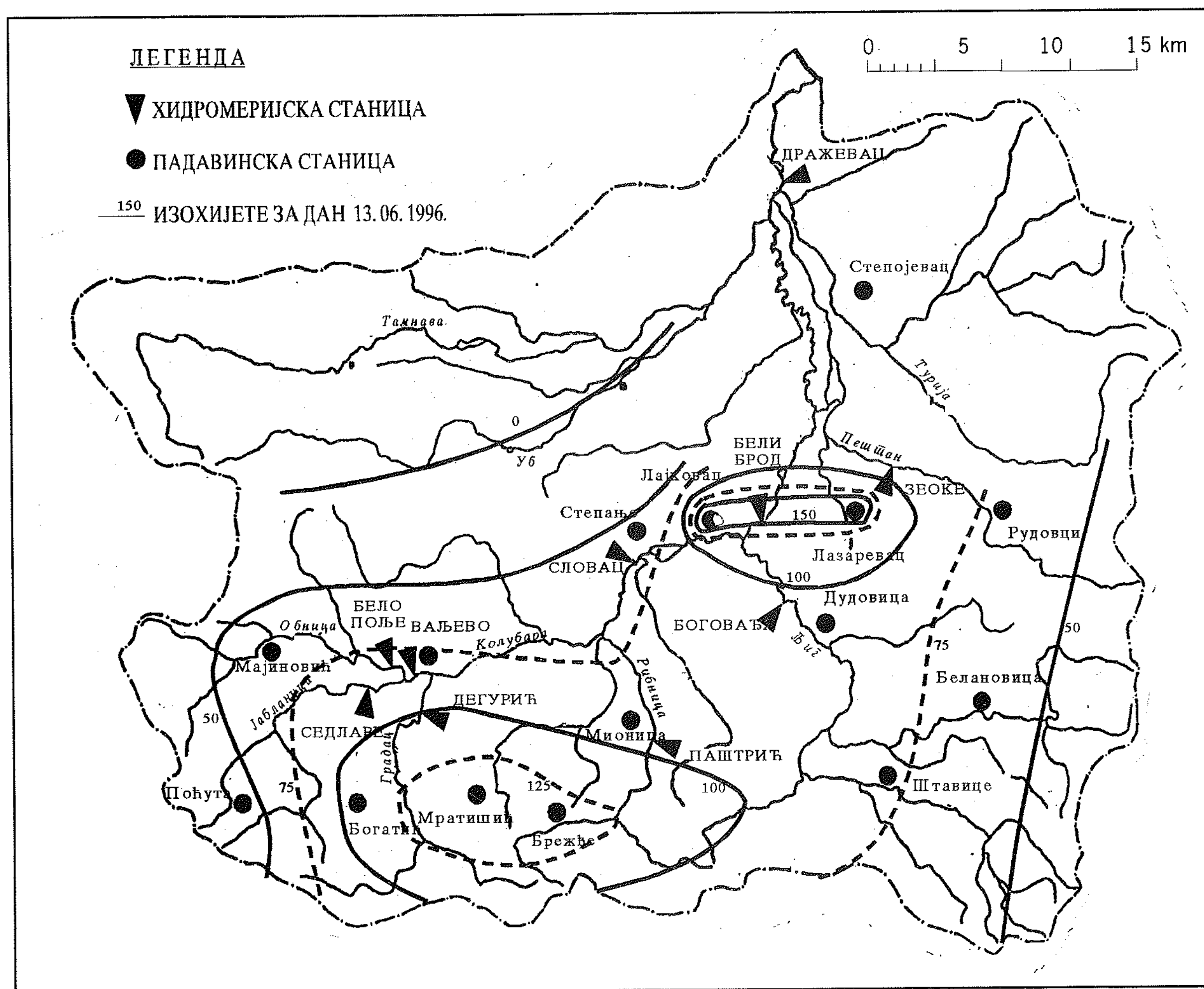
На хидролошким станицама: Бели Брод на реци Колубари, Боговађа на реци Љигу и Паштрић на реци Рибници забележени су нови апсолутно максимални водостаји. На хидролошкој станици Бели Брод водостај је прешао ниво за предузимање ванредне одбране од поплава, а на х.с. Дражевац ниво редовне одбране од поплава.

Десне притоке реке Колубаре нису обухваћене Оперативним планом одбране од поплава, али се из месечних извештаја са падавинских станица из напомена осматрача види да је киша падала у облику пљуска (п.с. Брежђе 136 mm) и да је изазвала велике штете. У горњем сливу реке Рибнице, њене саставнице излиле су се и причиниле велике штете на подручју села Осечина и Брежђе (река Манастирица) и села Горњи Лајковац (река Пакљешница). У коментару осматрача са п.с. Брежђе каже се да ни најстарији мештани не памте такву кишу у крају. Са п.с. Степања (средњи ток Колубаре, код х.с. Словац) у месечном извештају осматрач наводи да је у том крају била права провала облака (регистровано 51.0 mm) у поподневним часовима 13. -ог јуна.

На сливу реке Љига на п.с. Белановица регистрована је киша (67.1 mm) у времену од 14^{00} до 14^{30} и од 16^{00} до 19^{00} часова, а као последица излила се речица Качер.

Са п.с. Дудовица (на сливу реке Љиг, код х.с. Боговађа) у месечном извештају осматрач наводи да је јака провала облака у неколико наврата као и јака киша која је почела око 14^{30} трајала до 19^{30} часова (код п.с. Дудовица регистрована је киша од 91 mm) проузроковала нагли пораст водостаја на Црној реци, Оњегу и

на реци Љигу, велике поплаве у селима Барзиловица, Брајковац и Дудовица. Поплаве су изазвале велике материјалне штете, људских жртава није било, али је дошло до загађења



Слика 1. Прегледна карта слива реке Колубаре

вода у бунарима, нестанка струје и великих оштећења локалних путева због великих бујица.

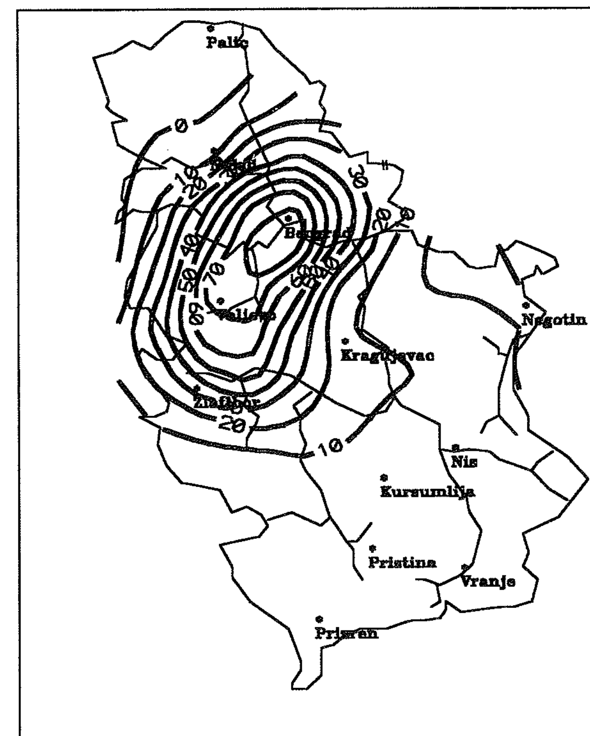
Ове поплава су настале после сушног периода, изазване су пљусковима јаког интензитета, а просторни распоред киша био је неравномеран (занемарљиве падавине у сливу Тамнаве, изузетни екстреми код Лазаревца).

Намера је аутора да прикаже метеоролошке и хидролошке услове са инжењерског аспекта. Ова анализа као и будућа истраживања на овом доста проучаваном подручју (Д. Јанковић, С. Прохаска, Т. Петковић, М. Савић, и други) треба да послужи за планирање мера и акција при решавању одбране од поплава у сливу реке Колубаре.

2. Осматрачка мрежа

У сливу реке Колубаре и њених десних притока постоји 15 кишомерних станица на којима се осматрају дневне падавине. Висински положај падавинских станица, у сливу Колубаре, варира од 450 mnm у горњем сливу (п.с. Поћута) до 125 mnm у доњем делу слива (п.с. Степојевац). Падавине се континуално регис-трују помоћу плувиографа у реалном времену само на главној метеоролошкој станици Ваљево у горњем сливу Колубаре.

Непосредно изван слива реке Пештан, десне притоке Колубаре, налази се м.с Букуља опремљена плувиографом. Најближе метеоролошке станице, ван слива Колубаре, на којима се врши осматрање плувиографом су Кошутњак, Лозница и Ужичка Пожега.



Слика 2. Просторни распоред падавина у Србији 13-ог јуна1996.год.

За анализу пљускова у сливу реке Колубаре могу да послуже и радарска осматрања на радарским центрима Ваљево и Букуља, који су део система одбране од града.

Републички хидрометеоролошки завод Србије врши редовна осматрања на хидролошким станицама на саставницама реке Колубаре на реци Обници код хидролошке станице Бело Поље, на реци Јабланици код х.с. Седларе, на реци Колубари код х.с. Ваљево, х.с. Словац, х.с. Бели Брод и х.с. Дражевац и на десним притокама на реци Градац код х.с. Дегурић, на реци Рибници код х.с. Паштрић, на реци Љигу код х.с. Боговађа и на реци Пештану код х.с. Зеоке.

На реци Колубари хидролошке станице Ваљево, Словац, Бели Брод, Дражевац и на притоци Љиг х.с. Боговађа укључене су у извештајну мрежу и са истих се располаже подацима у реалном времену. На хидролошким станицама Паштрић и Зеоке, Завод врши редовна осматрања водостаја, али те хидролошке станице нису укључене у извештајну мрежу и са истих се не располаже подацима у реалном времену. На реци Лукавици Завод не врши осматрање водостаја. Од метеоролошких станица са сливних подручја река Јабланице, Градца, Лепенице, Рибнице, Љига, Лукавице, Пештана и Турије у извештајну мрежу укључена је Главна метеоролошка станица Ваљево.

3. Метеоролошки подаци

Развој синоптичке ситуације

Према прогнози времена 13. 06. 1996. године се очекивао утицај фронта који би у већини места дао слабе падавине, локално од 20 до 30 mm. С обзиром на претходни сушни период и временску прогнозу није било основа за издавање упозорења о порастима водостаја на сливу Колубаре.

У току целог периода од 13. -ог до 17. -ог јуна 1996. године над Балканским полуострвом је у приземљу слабо градијентно антициклонално поље. На свим висинама се одржавала долина са осом преко источних делова Балкана, тако да је у подручју западне Србије, нарочито у Колубарском региону, било слабо северозападно струјање.

Само је првог дана периода, 13.06.1996., на време у Колубарском крају утицао хладни фронт са северозапада који је у већини места био изражен само у погледу умерене облачности и пада температура. Облачност је била конвективна, а на свим висинама је било слабо струјање. У Колубарском крају на појединим локалитетима дошло је до формирања кумулонимбуса који су се ту стационирали, регенерисали и 13. 06. у времену од 14 до 20 часова изазвали локално јаке падавине.

Конвективне ћелије које су 13. 06. 1996. године праћене на Радарским центрима изнад територије слива реке Колубаре кретале су се са севера према југу, прелазећи прво територију Радарског центра "Букуља", да би затим захватиле и територију Радарског центра "Ваљево". Конвективне ћелије су се споро премештале узводно уз реку Колубару. Средњи интензитет максималне радарске рефлексивности праћених облачних ћелија кретао се од 37 до 48 dB. Средњи интензитет радарске рефлексивности зоне појачаног радарског одраза кретао се од 24 до 29 dB, а то одговара интензитету падавина од 47 до 101 mm/h. Брзина премештања конвективних ћелија износила је од 10 до 30 km/h. Правац кретања је од Београда (м.с. Кошутњак 107.2 mm) долином

реке Колубаре, обронцима Маљена до Пожеге.

4. Подаци о падавинама

Са слике 2. види се да је подручје јаких падавина обухватило сливно подручје реке Колубаре, а посебно десних притока реке Колубаре: реку Рибницу са притоком Лепеницом, реку Топлицу, реку Лукавицу и реку Пештан.

Висине падавина на дан 12-ог и 13-ог јуна 1996.године на падавинским станицама у сливу реке Колубаре приказане су у Табели 1.

На основу ових података одређене су висине падавина за сливна подручја река до хидролошких станица. Са карте се види да су се у подручју десних притока реке Колубаре падавине кретале од 67.1 mm на п.с Белановица до 173.6 mm на п.с Лазаревац. Падавине преко 100 mm регистроване су на п.с Лајковац 170.4 mm, на п.с Брежђе 136.1 mm и на п.с Мратишићи 145.5 mm у горњем току реке Рибнице и њене леве притоке Лепенице као и на п.с. Богатић 115.0 mm у сливу реке Градац.

Трајање кише је оцењено на бази плувиографских записа на п.с Ваљево, Кошутњак и Букуља. На п.с Лозница није било падавина. За горњи део слива Колубаре (реке Обница, Јабланица, Градац, Рибница) репрезентативна је станица Ваљево. Трајање кише је износило 120 минута (од 16^{50} до 18^{50}) . При томе је занемарена претходна киша од 2.9 mm у периоду од 14^{40} до 15^{00} и киша 2.1 mm од 16^{10} до 16^{40}, пошто та киша не изазива отицање.

Подаци са плувиографске станице Кошутњак указују да се фронт падавина кретао са севера ка југу-југозападу, што потврђују и радарска осматрања. Плувиограф на Кошутњаку је регистровао падавине од 107.2 mm у периоду од 11^{00} до 18^{00} часова. Падавине из периода од 11^{30} до 12^{10} биле су локалне и нису се простирале на југ. Киша која је падала од 14^{00} до 14^{35} висине 19.5 mm простирала се на југ и регистрована је на п.с. Ваљево у траговима. Исто се може рећи за наредни талас од 15^{15} до 15^{30} часова. Ударни пљусак трајао је од 15^{50} до 18^{00} са висином падавина од 56,8 mm од чега 28 mm у првих десет минута (15^{50} до 16^{00}), а за

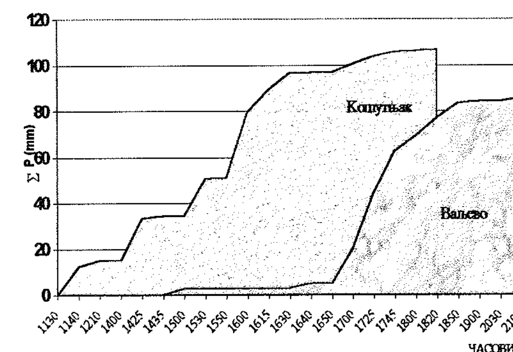
Табела 1: Преглед дневних количина падавина 12. и 13. јуна 1996.године у сливу реке Колубаре

Падавинске станице у сливу	Надморска висина (mm)	Падавине (mm) ДАТУМ 12.06.	13.06.	Σ P (mm)
ОБНИЦА				
Мајиновић	400		60.1	60.1
ЈАБЛАНИЦА				
Поћута	450	20.3	30.1	50.4
ГРАДАЦ				
Богатић	400		115.0	115.0
РИБНИЦА				
Мратишићи	400		145.5	145.5
Брежђе	340		136.1	136.1
Мионица	170		87.2	87.2
КОЛУБАРА				
Ваљево	174		85.6	85.6
Степања	230	1.0	51.1	52.1
Лајковац	120	2.3	170.4	172.7
ЉИГ				
Штавица	225		78.2	78.2
Белановица	270		67.1	67.1
Дудовица	135		91.0	91.0
ЛУКОВИЦА				
Лазаревац	140		173.6	173.6
ПЕШТАН				
Рудовци	160	5.4	74.8	80.2
ТУРИЈА				
Степојевац	125	6.5	75.3	81.8
ТАМНАВА				
Коцељева	130			
Памбуковица	140			

Табела 2. Плувиографски запис пале кише

13.06.1996.	Кошутњак		Ваљево	
час	ΔP (mm)	P (mm)	ΔP (mm)	P (mm)
11^{30}-11^{40}	12.2	12.2		
11^{40}-12^{10}	2.9	15.1		
14^{00}-14^{25}	18.2	33.3		
14^{25}-14^{35}	1.3	34.6		
14^{35}-15^{00}	0	34.6	2.9	2.9
15^{15}-15^{30}	15.9	50.5	0	2.9
15^{30}-15^{50}	0.8	51.3	0	2.9
15^{50}-16^{00}	28.3	79.6	0	2.9
16^{00}-16^{15}	9.6	89.2	0	2.9
16^{15}-16^{30}	7.2	96.4	0.2	3.1
16^{30}-16^{40}	0.4	96.8	1.9	5.0
16^{50}-17^{00}	3.6	100.4	15.0	20.0
17^{00}-17^{25}	3.5	103.9	24.6	44.6
17^{25}-17^{45}	1.9	105.8	18.0	62.6
17^{45}-18^{00}	0.5	106.3	6.8	69.4
18^{00}-18^{20}	0.2	106.8	7.7	77.1
18^{20}-18^{50}	0		7.5	83.6
18^{50}-19^{00}	0		0.6	84.2
20^{30}-21^{00}			1.2	85.6

првих чедрдесет минута (15^{50} до 16^{30}) пало је



Слика 3. Сумарна крива кише у току 13-ог јуна

укупно 45.1 mm. Сличне карактеристике ударног пљуска запажене су и код Ваљева где је за десет минута (16^{50} до 17^{00}) регистровано 15 mm, а за тридесет минута (16^{50} до 17^{20}) 39.4 mm. Ови подаци са плувиографских станица Ваљево и Кошутњак приказани су табеларно (Табела 2.) и графички (Слика 3.).

На м.с. Букуља плувиограф је регистровао 19.8 mm и то од 15^{10} до 19^{10} часова, а у траговима 1.2 mm од 22^{10} до 23^{30} часова. На основу хиетограма ова се киша може апроксимирати трочасовном кишом (од 16 до 19 часова) константног интензитета.

4. Хидролошки подаци

4.1 Карактеристични водостаји

До 13. -ог јуна 1996. године водостаји на свим хидролошким станицама били су у стагнацији и налазили су се у домену малих вода. Падавине на дан 13.-ог јуна, чије је трајање било од 2 до 3 часа, које су захватиле горњи и средишњи ток Колубаре, условиле су нагли пораст водостаја у сливу реке Колубаре на свим хидролошким станицама, формирање таласа великих вода који је на неким станицама имао карактер

Табела 3. Максимални водостаји у сливу реке Колубаре

х.с.	Hmax (cm) до јуна 1996.	Hmax (cm) јун 1996.	ΔH (cm) јун 1996.
Бело Поље	358; 1987.	212	166
Седларе	384; 1987.	250	176
Ваљево	229; 1987.	107	81
Дегурић	256; 1965.	200	160
Паштрић	351; 1959.	479	460
Словац	500; 1965.	438	453
Боговађа	535; 1987.	564	471
Б. Брод	484; 1985.	606	555
Зеоке	459; 1969.	451	496
Дражевац	758; 1981.	740	664

поплавног таласа. Изузетак је лева притока Колубаре, река Тамнава, на чијем подручју није било падавина. У Табели 3. дат је преглед максималних вредности водостаја до јуна 1996. године и у јуну 1996. године.

У истој табели приказане су и амплитуде пораста водостаја ΔH у јуну 1996. године на хидролошким станицама у сливу реке Колубаре. Апсолутни максимални водостаји забележени су на хидролошким станицама Бели Брод на реци Колубари, Паштрић на реци Рибници и Боговађа на реци Љигу, док су на хидролошким станицама Дражевац на Колубари и х.с. Зеоке на реци Пештану регистро-

вани максимални водостаји незнатно нижи од апсолутно максималних водостаја у периоду осматрања.

На х.с. Бели Брод на реци Колубари забележени максимални водостај од 606 cm је за 76 cm виши од нивоа за проглашавање ванредне одбране од поплава који је према Оперативном плану одбране од поплава износио 530 cm.

На х.с. Дражевац на реци Колубари забележени максимални водостај од 740 cm је за 100 cm виши од нивоа за проглашавање ванредне одбране од поплава који према Оперативном плану одбране од поплава износио 640 cm .

4.2 Хидрометријска мерења

На реци Колубари и њеним притокама лимниграфи су регистровали талас великих вода у јуну 1996.године. На неким хидролошким станицама, где је време појаве и трајања великих вода то дозвољавало извршена су хидрометријска мерења (Боговађа, Бели Брод, Дражевац), а на оним станицама где је врх таласа прошао ноћу извршено је накнадно снимање трагова велике воде (Зеоке, Словац, Паштрић).

4.3 Карактеристике забележених хидрограма

На бази забележених нивограма на лимниграфским тракама и кривих протока конструисани су хидрограми за хидролошке станице на сливу реке Колубаре и приказане графички (Слика 4.).

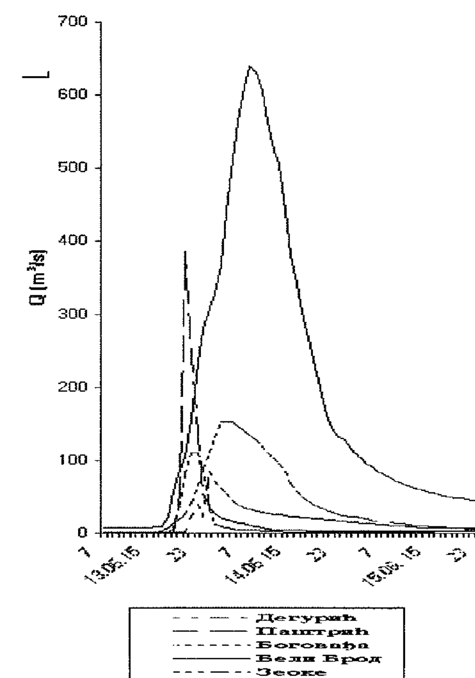
На х.с. Паштрић на реци Рибници извршена је екстраполација криве протока при чему су коришћени подаци о снимању пада нивоа при максималном протицају и снимљени попречни профил.

За контролну анализу хидрограма урађен је биланс запремина палих и отеклих вода до појединих хидролошких станица на реци Колубари и десним притокама. Резултати ове анализе приказани су у Табели 4.

На бази забележених нивограма на лимниграфским тракама и кривих протока конструисани су хидрограми за хидролошке станице на сливу реке Колубаре и приказане графички (Слика 4.).

Табела 4. Биланс запремина палих и отеклих вода

х.с.	F (km²)	P (mm)	V_0 10^6 (m³)	K_0
Б. Поље	185	53	2.38	0.24
Седларе	140	57	1.81	0.23
Ваљево	340	55	4.20	0.23
Дегурић	159	103	6.47	0.40
Рибница	104	115	5.59	0.47
Словац	995	95	23.90	0.28
Боговађа	679	78	10.60	0.20
Б. Брод	1896	83	42.70	0.27
Пештан	125	86	2.64	0.26



Слика 4. Хидрограми поплавног таласа из јуна 1996.год

5. Анализа података о падавинама

5.1Статистичка анализа максималних дневних падавина

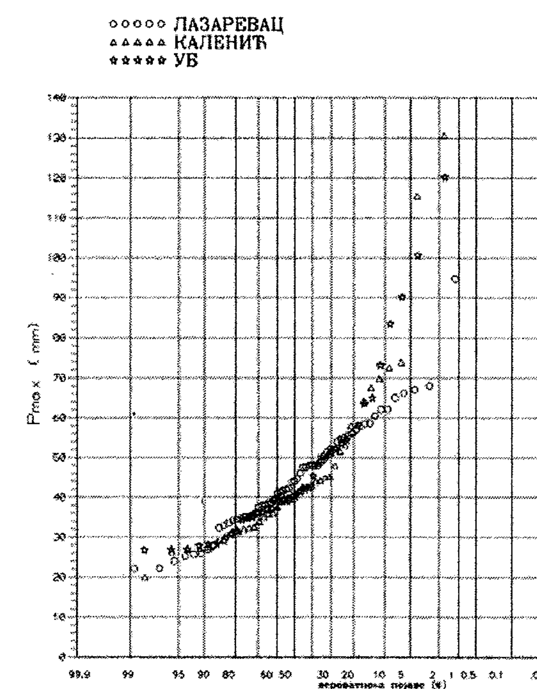
Према подацима мерења на падавинским станицама на територији Србије за период од 1925. до 1996.године, падавине на п.с. Лазаревац на дан 13.06.1996.године су највеће забележене дневне падавине у сливу Колубаре, а четврте по реду на територији Србије.

Раков Дол 26. 06. 1988. измерено 220 mm (слив реке Власине)

Неготин 10. 10. 1955. измерено 211 mm (слив реке Тимока)

Букуровац 22. 05. 1967. измерено 200 mm (слив реке Тимока)

Лазаревац 13.06. 1996. измерено 173.6 mm (слив реке Колубаре)

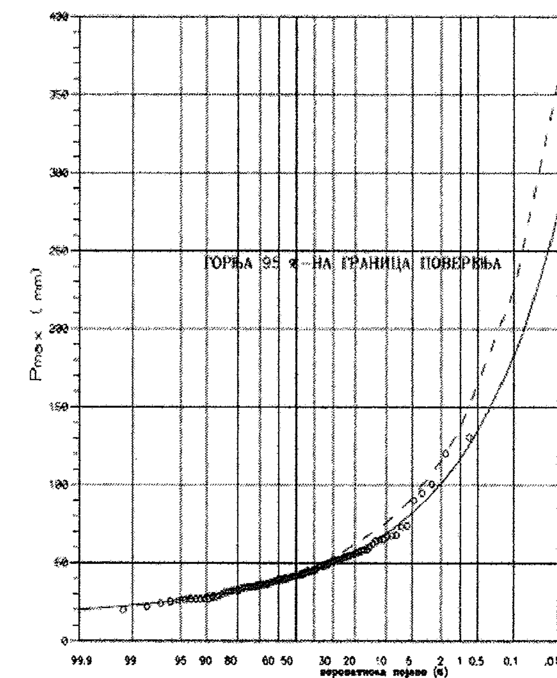


Слика 5. Упоредни дијаграм емпиријских расподела за Лазаревац Каленић и Уб.

На основу претходне чињенице као и на основу анализе вероватноћа појаве максималних дневних падавина за п.с Лазаревац закључено је да падавине од 173.6 mm у Лазаревцу представљају историјски максимум односно да податак забележен 13. ог јуна 1996. године одступа од осталих података и да припада статистичком узорку са дужим периодом осматрања. Да би се ова чињеница потврдила и објективизирала и да би се овај податак могао користити у даљој анализи вероватноће појаве примењена је метода "година-станица" у којој се користе и подаци са суседних аналогних станица. За аналогне станице одабране су п.с Лазаревац, Уб и Каленић (Слика 5.).

Наведеном методом добијен је број "независних станица-година" Nnz = 108. За аналогне станице издвојен је низ максималних дневних падавина обима Nnz. За овако формиран низ максималних дневних падавина, извршен је прорачун вероватноћа применом теоријске расподеле log Pearson III типа и приказан у Табели 5.

На слици 6. теоријска расподела приказана је пуном линијом, а горњи интервал поверења са 95% поузданости испрекиданом линијом. На основу добијених вредности може се са ризиком од 5% тврдити да повратни период падавине од 173.6 mm измерене у Лазаревцу 13. 06. 1996. године није мањи од 300 година.



Слика 6. Дијаграм расподела максималних годишњих падавина за обједињен низ

5.2 Анализа краткотрајних јаких падавина

Из претходног приказа резултата осматрања на станицама опремљеним плувиографима, као и из записа осматрача, може да се закључи

да су пљускови на дан 13. -ог јуна 1996. године у сливу реке Колубаре трајали око три часа. За анализу вероватноћа појаве максималних трочасовних падавина у сливу Колубаре на располагању су подаци са плувиографске станице Ваљево. Примењена је метода година-станица са аналогним станицама Буковичка бања и Лозница па је добијен низ са Nnz=66 година-станица. Резултати ове анализе обављени су помоћу log-Pearson III (LP III) расподеле. Вредности максималних падавина за одређене вероватноће приказане су у Табели 5.

Табела 5. Вероватноћа појаве максималних дневних и трочасовних падавина у сливу реке Колубаре

P%	Дневне падавине		Трочасовне падавине	
	LP III	IP 95%	LP III	IP 95%
0.01	258	331	156	215
0.1	175	214	110	143
0.3	147	175	92.0	117
0.5	131	157	83.9	106
1	114	132	73.4	89.9
2	99.2	113	64.1	77.0
5	81.3	90.5	52.4	61.0

За трочасовне падавине у горњем сливу са ризиком од 5% може се тврдити за падавине на п.с. Мратишићи (145.5 mm) повратни период није мањи од 1000 година, за падавине на п.с. Брежђе (136.5 mm) није мањи од 700 година, а на п.с. Богатић (115.0 mm) није мањи од 300 година.

6. Анализа таласа великих вода

6.1 Вероватноћа појаве максималних протицаја

Вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја на хидролошким станицама у сливу реке Колубаре обављена је помоћу статистичке анализе расположивих низова максималних протицаја у периоду 1955 - 1995 године методом годишњих екстрема. Основни резултати прорачуна приказани су у Табели 6.

Табела 6. Вероватноћа појаве максималних годишњих протицаја на хидролошким станицама у сливу реке Колубаре

х.с.	$Q_{0.1\%}$ (m^3/s)	$Q_{1\%}$ (m^3/s)	$Q_{2\%}$ (m^3/s)	$Q_{10\%}$ (m^3/s)	$Q_{50\%}$ (m^3/s)	Q_{jun} (m^3/s)
Б. Поље	359	214	178	107	47.2	58.8
Седларе	268	186	161	100	34.1	52.2
Дегурић	230	155	134	87.4	41.4	75.5
Паштрић	380	199	159	81.5	26.8	385
Словац	398	340	318	262	175	292
Боговађа	185	160	150	125	86.0	158
Бели Брод	674	532	477	371	224	638
Зеоке	167	138	126	95.8	45.0	111

У табели 6. у последњој колони уписане су вредности вероватноће појаве максималног протицаја на појединим хидролошким станицама у јуну 1996.године. Из ове табеле види се да за максимални протицај од 385 m^3/s на х.с. Паштрић на реци Рибници повратни период није мањи од 1000 година. Ову чињеницу потврђује и специфични отицај од 3.15 $l/s/km^2$ за максимуме повратног периода 1000 година добијен преко зависности за анвелопу хиљадугодишњих великих вода за подручје Србије (Д. Јанковић, Д. Малошевић, 1986).

7. Закључак

Слив реке Колубаре 13 -ог јуна 1996. године, под дејством изузетних метеоролошких услова, био је захваћен пљусковитим падавинама. Најинтезивније падавине захватиле су сливна подручја десних притока реке Колубаре: реку Лукавицу, Рибницу, Топлицу, Љиг и Пештан. Киша је трајала 3 часа. Повратни период трочасовних регистрованих падавина на појединим станицама износио је хиљаду година.

Ове падавине су изазвале таласе великих вода на реци Колубари и десним притокама са апсолутним максимумима на четири хидролошке станице. Карактеристике ове кишне епизоде и таласа великих вода у сливу реке Колубаре су:

- Пљусак је настао после периода од 25 дана без падавина.
- Талас великих вода изазван је трочасовним пљуском па хидрограми великих вода имају правилно дефинисан облик са израженом растућом и опадајућом граном односно једним максимумом за разлику од претходног вишегодишњег периода осматрања када су по правилу хидрограми великих вода настајали као последица вишедневних киша и по облику били сложени.
- Умањена претходна влажност у сливу реке Колубаре ублажила је талас великих вода. Ово се доказује продуженим трајањем опадајуће гране хидрограма и високим процентом запремине базног отицања.
- Регистровани подаци о падавинама и протицајима у сливу реке Колубаре при великим водама у јуну 1996.године пружају могућности за верификацију метода одређивања великих вода на неизученим сливовима. Ради тог циља неопходна је израда посебне студије која би обухватила анализу и осталих карактеристичних епизода великих вода на станицама у сливу реке Колубаре.

8. Литература:

Јанковић Д. (1971): Прорачун великих вода за неизучене токове у сливу реке Колубаре, Водопривреда бр. 13-14 стр. 796-799.

Петковић Т. (1976): Прорачун максималних протицаја воде помоћу редукционих кривих киша, Зборник радова са Саветовања о хидрологији малих сливова, Врњачка Бања, Књига I стр. 202-215.

Петковић Т., Прохаска С., Симоновић С. 1976): Прорачун вероватноће појава хидролошких величина по методи "година-станица", Зборник радова са Саветовања о хидрологији малих сливова, Врњачка Бања, Књига I стр. 231-248.

Јанковић Д. (1985): Хидролошка студија реке Рибнице за профил х.с. Паштрић, РХМЗ Србије

Прохаска С., Матовић Ж., Спасова Д., (1986): Хидролошка анализа поплавног таласа у сливу Топчидерске реке из периода 28-30.VIII. 1985.год., Водопривреда бр. 105-106 стр 29-42.

Јанковић Д., Малошевић Д. (1989): Анвелопе специфичног отицања великих вода за територију Србије, Водопривреда бр. 21 стр. 1-2.

Ковачевић Н., Вукмировић А., Броћовић Д., Нађ Ј. (1996.): Анализа метеоролошких и хидролошких услова на сливу реке Колубаре у току 13. и 14. јуна 1996. године, РХМЗ Србије.

ПРИМЕНА С.С.А.Р.Р. МОДЕЛА ЗА ПРОГНОЗУ ОТИЦАЈА СА СЛИВА РЕКЕ КОЛУБАРЕ ДО ХИДРОЛОШКЕ СТАНИЦЕ БЕЛИ БРОД

Самир Ћатовић, дипл.инж.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

SAR model applied in runoff forecast for the river Kolubara is concerned in this paper. The SAR model belongs to the group of non-linear conceptual models and is used for basin runoff simulation. It is based on water balance conditions in a hydrological cycle part, following the occurrence of rainfall as the input values to the model, takes into consideration water delay in the ground by infiltration and the occurrence of evapotranspiration losses, makes the classification of effective runoff into surface, sub-surface and deep component, simulates the passage of these components through the ground and gives the summary runoff at the basin outlet. On the basis of input hydrological data (daily and hourly discharge values) and meteorological data (daily and hourly rainfall values, air temperature, evaporation), the model parameters for two discrete periods (Δt=24h and Δt=6h) were determined.

Апстракт

Разматра се примена **SSARR** *(САР) модела у прогнози отицаја са слива реке Колубаре до хидролошке станице Бели Брод. САР модел спада у групу нелинеарних концептуалних модела и служи за симулацију отицаја са речног слива. Заснива на условима биланса воде у делу хидролошког циклуса, прати појаву падавина као улазних величина у моделу, узима у обзир задржавање воде у земљишту путем инфилтрације и појаву евапотранспирационих губитака, врши поделу ефективног отицаја на површинску, подповршинску и дубинску компоненту, симулира ток ових компоненти кроз земљиште и врши њихово сабирање у сумарни отицај на излазном профилу слива. На основу улазних хидролошких (дневне и часовне вредности протицаја) и метеоролошких података (дневне и часовне вредности падавина, температура ваздуха, испаравања) одређени су параметри модела за 2 периода дискретизације (**Δt=24h** и **Δt=6h**).*

1. Увод

Хидролошко прогнозирање, као област примењене хидрологије, има важну функцију у водопривредним системима за производњу хидроенергије, наводњавање, водоснабдевање итд. Хидролошке прогнозе омогућују оптимално управљање активностима везаним за воде и представљају најважнију и најефикаснију меру у одбрани и смањењу штета од поплава.

2. Процес падавине - отицај и модел слива

Познавање физичких процеса у сливу омогућава да се за одређене падавине оцени отицај на излазном профилу слива. Прво се мора формирати модел слива и одредити параметри у моделу који карактеришу физичке процесе у сливу. За краткорочно хидролошко прогнозирање је карактеристично да се користе детерминистички, динамички, нелинеарни, дискретни математички модели. Оперативни прогностички модели су концептуални модели код којих се успоставља емпиријска веза између параметара модела и хидрогеолошких карактеристика слива. Потпун математички модел слива подразумева следеће моделе:

- модел за оцену укупног воденог талога(киша и снег)
- модел за процес падавине - отицај
- модел за пропагацију тока у кориту
- модел акумулације(-а)

Под претпоставком да су мерења тачна и да су параметри модела одређени, проблем хидролошког прогнозирања се своди на то да се: помоћу усвојеног модела слива и низа мерења улазно - излазних променљивих у временском интервалу који претходи прогностичком и на основу прогнозираних вредности спољних улаза и изабране стратегије управљања (акумулацијом или хидротехничким објектима) у прогностичком периоду одреди излаз из модела (водостаји или протицаји).

Методологија хидролошког прогнозирања се састоји из два дела и то су: (1) обезбеђење хидролошког модела слива (избор физичко - математичке концепције при моделирању и калибрацији модела помоћу историјских хидрометеоролошких података) и (2) оперативни поступци где се осим издавања прогноза врши ажурирање базе података и по потреби подешавање параметара модела и почетних услова.

Систем за хидролошко прогнозирање се састоји из математичких модела и поступака за хидролошко прогнозирање и техничког система за мерење, пренос и обраду података.

3. SSARR (САР) МОДЕЛ
Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation

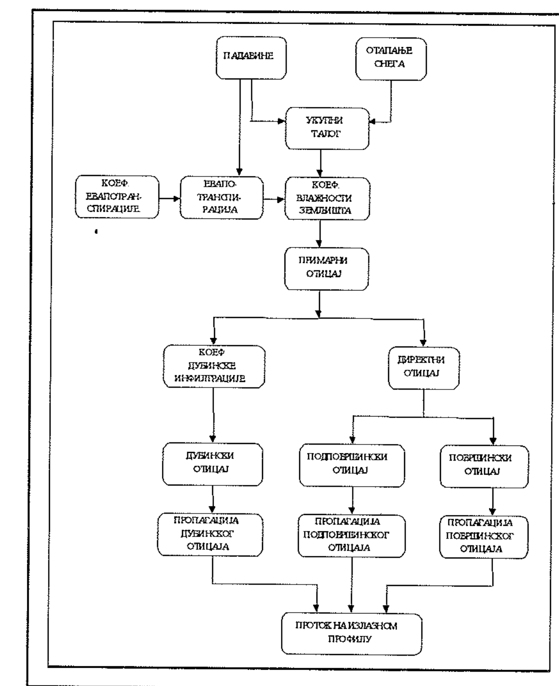
ССАРР (САР) модел спада у групу нелинеарних концептуалних модела и служи за симулацију отицаја са речног слива, а основна намена је коришћење у хидролошком прогнозирању и у САД је у употреби од 1956. године.

САР модел се заснива на условима биланса воде у делу хидролошког циклуса, прати појаву падавина као улазних величина у моделу, узима у обзир задржавање воде у земљишту путем инфилтрације и појаву евапотранспирационих губитака, врши поделу ефективног отицаја на површинску, подповршинску и дубинску компоненту, симулира ток ових компоненти кроз земљиште и врши њихово сабирање у сумарни отицај на излазном профилу слива. Структурни дијаграм модела је дат на слици 1.

4. Математички модел САР -а

Основне компоненте овог математичког модела су:

- израчунавање укупних падавина
- израчунавање отапања снега
- симулација влажности земљишта и представљање инфилтрационих губитака
- израчунавање евапотранспирационих губитака
- израчунавање дубинских губитака
- израчунавање површинске и подповршинске компоненте отицаја
- симулација тока у земљишту за површинску, подповршинску и дубинску компоненту отицаја
- калибрација модела



Слика 1. Структурни дијаграма САР модела

5. Израчунавање укупних падавина

Падавине на сливу се одређују на основу података о падавинама са мерних станица и одређују се из следећег израза:

$$WPD = \Sigma\, WT(j) * PPTN(j, k) \quad (1)$$

где је: WPD - средње падавине у k - том интервалу (cm), WT (j) - тежински фактор j - те падавинске станице, PPTN (j , k) - падавине регистроване у k- том интервалу у j - тој кишомерној станици (cm). Тежински фактори

се одређују на основу неке од познатих метода као што је THIESSEN - ова метода или на основу нормалних падавина измерених на станицама и нормалних падавина на сливу.

6. Израчунавање отапања снега

Израчунавају се количине нападаног и отопљеног снега. Количина отопљеног снега се обично усваја да је сразмерна температурној разлици:

$$RM = R * (TA (K) - TB) \quad (2)$$

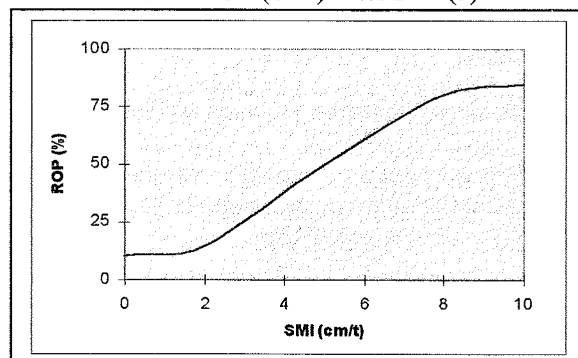
где је: RM - топљење снега (cm/дан), TA (k) - температура ваздуха k - тог дана у (^{O}C), R - коефицијент топљења, TB - температура топљења снега у (^{O}C).

Утврђивање облика падавина (киша или снег) врши се поређењем температуре ваздуха са вредношћу TB+1 (обично 2 ^{O}C). Ако је температура ваздуха већа од 2 ^{O}C постоје услови за отапање снежног покривача, а ако је температура ваздуха мања од 2 ^{O}C, падавине су у виду снега. У једначини биланса снежног покривача отопљени снег се одузима, а количина нападаног снега додаје постојећем снежном покривачу. Укупан водени талог се добија сабирањем талога услед падавина и услед отапања снега, а затим се одређује просечна вредност над сливном површином у сваком временском интервалу.

7. Симулација влажности земљишта и представљање инфилтрационих губитака

Водени талог се умањује услед евапотранспирационих губитака и инфилтрације у земљишту. Проценат воденог талога који се претвара у отицај сразмеран је укупном воденог талогу WPD.

$$RGP = ROP (SMI) * WPD \quad (3)$$



Слика 2. Проценат отицаја РОП у функцији индекса влажности земљишта СМИ

где је RGP укупни отицај, а коефицијент пропорционалности ROP функција индекса влажности земљишта SMI и има облик приказан на слици 2.

Индекс влажности земљишта мења се током времена на следећи начин:

$$SMI (k+1) = SMI (k) + WPD (k) - RGP (k) - E (k) \quad (4)$$

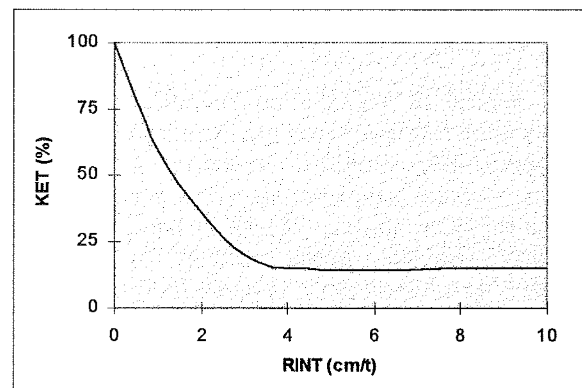
где је: SMI (k+1) и SMI (k) - вредности индекса влажности у (k+1) , односно (k) - том периоду дискретизације (cm/t), WPD - укупан водени талог (cm/t), RGP (k) - примарни отицај (cm/t), E (k) - евапотранспирациони губици (cm/t).

8. Израчунавање евапотранспирационих губитака

Сматра се да су евапотранспирациони губици за дати регион одређени за стационарне атмосферске прилике и да су у датим метеоролошким условима само функција влажности (падавина). Евапотранспирациони губици се умањују са повећањем влажности по функционалном закону приказаном на слици 3. и одређују се из формуле:

$$E = (DT / 24) * KET * ETI (M) \quad (5)$$

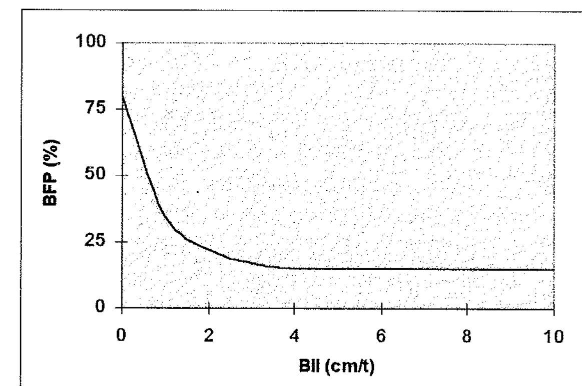
где је: ETI (M) - коефицијент евапотранспирационих губитака у месецу M (узима се да је коефицијент константан током једног календарског месеца и представља улазни податак) (cm/t), DT - период дискретизације (h), KET - проценат редукције евапотранспирације (%).



*Слика3. Зависност редукције евапотранспирације **KET** у функцији интензитета падавина **RINT***

9. Израчунавање дубинских губитака

Дубински отицај је функција дубинске инфилтрације BII, а проценат дубинског отицаја BFP у функцији индекса дубинске инфилтрације приказан је на слици 4.



*Слика 4. Зависност процента дубинског отицаја **BFP** у функцији индекса дубинске инфилтрације **BII***

Индекс дубинске инфилтрације се мења током времена према једначини:

$$BII (k+1) = BII (k) + (24 * RG - BII (k)) * DT / (TSB + 0.5 * DT) \quad (6)$$

где је: BII (k+1) и BII (k) - вредности индекса дубинске инфилтрације у (k+1), односно (k) - том периоду дискретизације (cm/t), RG - укупни отицај по рачунском периоду (cm/t), TSB - временска константа кашњења у процесу дубинске инфилтрације (h), DT - период дискретизације (h).

10. Израчунавање подповршинске и површинске компоненте отицаја

Преостали, директни отицај, се у моделу дели на површински (SURF) и подповршински (SUB) отицај. Функционална зависност површинског отицаја од директног отицаја (QINT) приказана је на слици 5. Аналитички, ова зависност се може представити на следећи начин: ако је $SUB \leq OMAX$

$$SURF = (0.1 + 0.2 * (QINT / OMAX)) * QINT \quad (7)$$

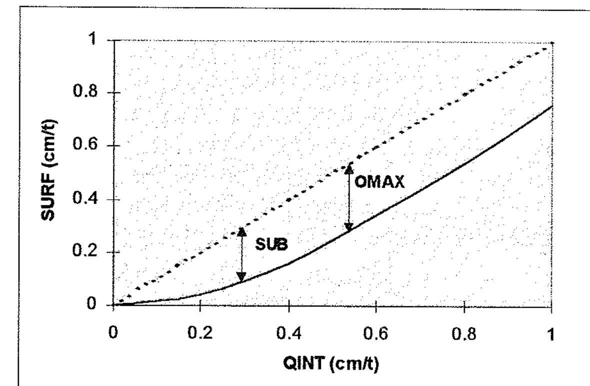
$$SUB = QINT - SURF \quad (8)$$

и ако је SUB > OMAX

$$SUB = OMAX \quad (9)$$

$$SURF = QINT - SUB \quad (10)$$

где је: SURF - површински отицај (cm/t), SUB - подповршински отицај (cm/t), QINT - директни отицај (cm/t), OMAX - максимални подповршински отицај (cm/t).



*Слика 5. Површински отицај **SURF** у функцији директног отицаја **QINT***

Симулирање тока

Симулирање тока представља пропагацију дубинске, подповршинске и површинске компоненте отицаја до излазног профила кроз низ линеарних резервоара. Пропагација се заснива на закону континуитета који у диференцијалном облику гласи:

$$It = Ot + dS / dt \quad (11)$$

где је: It - доток (прилив воде), S - запремина воде у линеарном резервоару, O - отицај из резервоара. Сматра са да је отицај функција запремине воде у резервоару:

$$S = Ts * O \quad (12)$$

где је Ts временска константа. Ако се једначина (12) диференцира по времену и замени у једначину (11) добија се релација:

$$dO / dt = (It - Ot) / Ts \quad (13)$$

Израз (13) је једначина стања линеарног резервоара која представља основни елемент у пропагацији тока. Ток у сливу или у речном току симулира се низом узастопних резервоара (ћелије или фазе), а параметри линеарних резервоара, односно временске константе, одабирају се тако да представљају временско кашњење појаве отицаја после падавина или кашњење протока од узводних до низводних профила. После низа трансформација добија се отицај O_{k+1} са интервалом дискретизације Δt:

$$O_{k+1} = ((I_m - O_k) / (Ts + \Delta t / 2)) * \Delta t + O_k \quad (14)$$

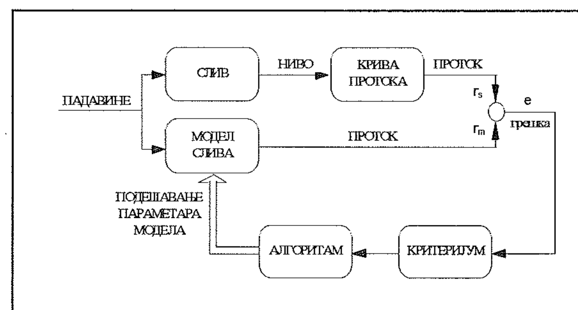
где је: $I_m = (I_k + I_{k+1}) / 2$ - средњи доток, O_k - отицај на почетку временског интервала, Δt - интервал дискретизације, T_s - временска константа кашњења тока у резервоару, O_{k+1} -

отицај на крају временског интервала. У узастопном низу ћелија за симулацију тока, у истом временском интервалу, отицај O_{k+1} из узводне ћелије представља доток I_k у низводну ћелију. Сабирањем излазног протицаја из последње ћелије површинског, подповршинског и дубинског резервоара добија се симулирани проток на излазном профилу слива.

Модел садржи две основне врсте елемената: линеарне резервоаре и статичке нелинеарности (раније дефинисане на сликама од 1 до 4). Линеарних резервоара има $2 + N_1 + N_2 + N_3$ где су N_1 , N_2 , N_3 број линеарних резервоара у пропагирању дубинске, подповршинске и површинске компоненте. Преостала два линеарна резервоара дефинишу промене индекса влажности земљишта и индекса дубинске инфилтрације.

11. Методологија калибрације (идентификације) и верификације САР модела

САР модел садржи већи број параметара и нелинеарних карактеристика које карактеришу физичке особине слива. Калибрација модела представља подешавање параметара модела на оптималне вредности и врши се упоређивањем одзива модела, који представља реконструисани проток, са измереним протоком на излазном профилу слива. Схема за калибрацију модела је приказана на слици 6.



Слика 6. Схема калибрације модела

При калибрацији САР модела коришћен је критеријум тоталног одступања између мереног и реконструисаног хидрограма који је изражен збиром квадрата одступања. Верификација модела представља проверу оптималних параметара на независном скупу података често се период верификације наставља на период калибрације).

Метода примењена при калибрацији параметара модела је метода директног претраживања. Промена параметара се врши у задатим корацима, при чему се води рачуна да се не изађе изван датог опсега за сваки параметар. Разликујемо узастопне (локалне или сукцесивне) промене и истовремене (резултујуће или симултане) промене параметара. За калибрацију су изабрани следећи параметри (укупно 10): TSB - временска константа кашњења у процесу дубинске инфилтрације (h), OMAX - максимални подповршински отицај, TSURF, TSUB, TBASE - време кашњења за површинску, подповршинску и дубинску компоненту отицаја (h), SMI1, BII1 - почетне вредности за SMI (индекс влажности земљишта) и BII (индекс дубинске инфилтрације), QBASE, QSUB, QSURF - почетне вредности дубинског, подповршинског и површинског отицаја (m^3/s).

12. Примена С.С.А.Р.Р. (САР) модела

Рачунарски програм САР модела је написан у програмском језику FORTRAN. Оригинална верзија програма је модификована и допуњена програмом за оптимизацију параметара модела у фази калибрације, а за потребе оперативне примене моделирањем отапања снежног покривача.

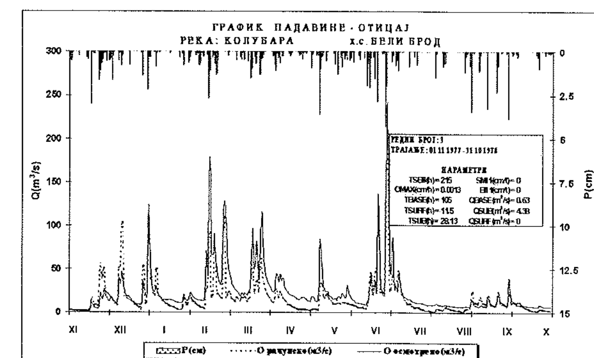
Модел је примењен за слив Колубаре до хидролошке станице Бели Брод за прорачун једнодневних (Δt=24h) и 6.-то часовних прогноза отицаја (Δt=6h). Основне физичко-географске карактеристике поменутог слива до х.с. Бели Брод су: површина слива је 1869 km^2, дужина тока такође је 73.8 km, а одстојање од ушћа је 39.2 km. Слив је оивичен са запада планинама Влашићем и Повленом, а на југу са Маљеном и Качерском површи. На истоку су громадне планине Шумадије, док је северни део слива отворен према Панонској низији. Слив припада групи асиметричних сливова са правцем пружања запад - исток.

Хидролошки улазни подаци за слив Колубаре до х.с. Бели Брод који су коришћени у моделу су: дневне вредности протицаји је за х.с. Бели Брод (на основу водостаја измереног у 7 часова) за период 01.01.1975 до 31.12. 1989. године и часовне вредности протицаја за таласе од 1979. до 1989. године. Метеоролошки улазни подаци су: часовне и дневне вредности падавина за синоптичку станицу Ваљево, дневне количине падавина за падавинске станице Ваљево, Богатић и Бреждје за период 01.01.1975 до 31.12. 1989. године, дневне вредности температура ваздуха и испаравања за синоптичку станицу Ваљево за период 01.01.1975. до 31.12.1989. године. Падавинска станица Ваљево је опремљена плувиографом, а станице Богатић и Бреждје са кишомерима, док је хидролошка станица Бели Брод опремљена лимниграфом и изабране су зато што припадају извештајној мрежи, тј. подацима са ових станица располаже се у реалном времену (real time). Период дискретизације може бити од 1 часа до 24 часа уз одговарајућу организацију улазних података. Редослед прорачуна може се приказати у следећим корацима:

- одређивање укупног воденог талога
- одређивање процента укупног отицаја (преко зависности SMI - ROP)
- прорачун укупног отицаја
- прорачун евапотранспирационих губитака (преко зависности RINT - KE)
- симулација влажности земљишта
- прорачун дубинских губитака (преко зависности BII - BFP)
- израчунавање базног отицаја
- прорачун директог отицаја
- прдела директног отицаја на површинску и подповршинску компоненту (преко зависности QINT - SURF)
- симулација тока (пропагација)

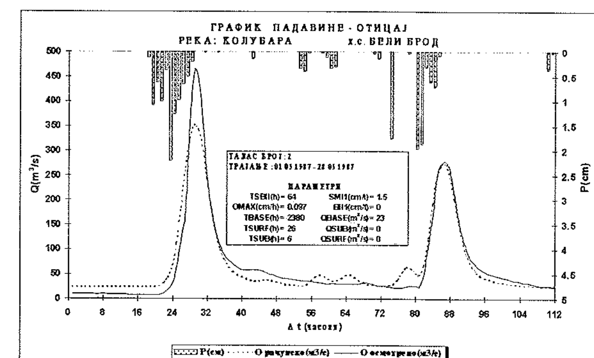
Период разматрања за дневне вредности улазних података су биле хидролошке године. Анализа је спроведена на тај начин што се за дневне вредности протицаја и падавина (период дискретизације је Δt=24h) период верификације непосредно настављао на период калибрације. За таласе (где су коришћене часовне вредности протицаја и падавина са периодом дискретизације Δt=6h) коришћен је сличан поступак

На следећа два графикона су приказани резултати из фазе калибрације модела. На слици 7 су приказани упоредни хидрограми рачунских и осмотрених протицаја за изабрану хидролошку годину (средње дневне вредности Δt=24h),



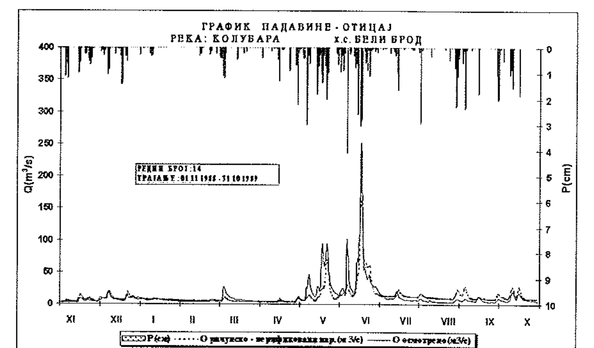
Слика 7. Упоредни рачунски и осмотрени хидрограми ***(Δt=24h)***

а на слици 8 такође упоредни хидрограми за Δt=6h и један од таласа.



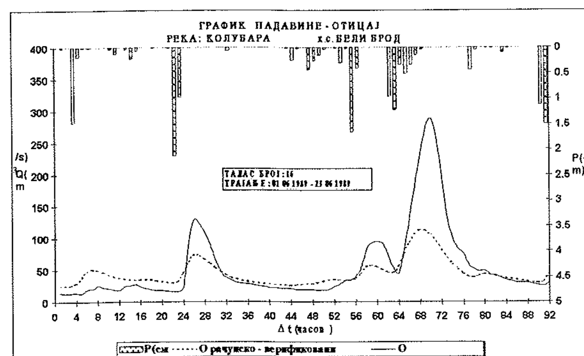
Слика 8. Упоредни рачунски и осмотрени хидрограми (Δt=6h)

Анализом добијених оптималних вредности параметара изабрани су



Слика 9. Упоредни рачунски и осмотрени хидрограми (Δt=24h)

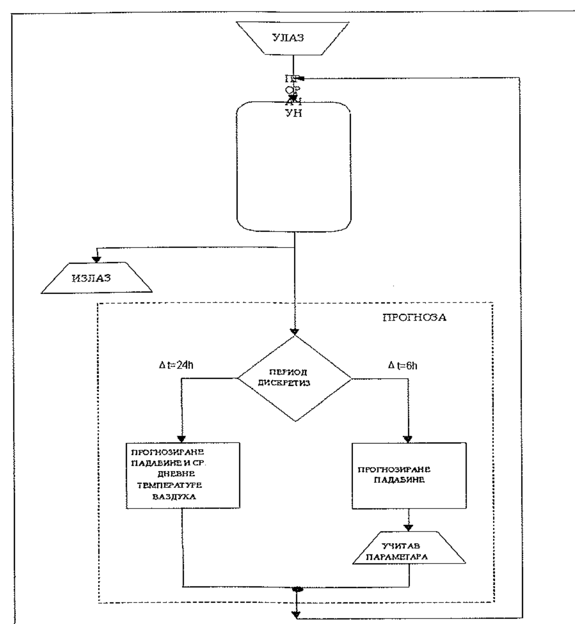
коначни параметри (за оба периода дискретизације) који су коришћени у процесу верификације. Резултати верификације за средње дневне вредности протицаја и за изабрану хидролошку годину су дати на слици 9, а за 6-то часовни протицај и један од таласа на слици 10.



Слика 10. Упоредни рачунски и осмотрени хидрограми (Δt=6h)

13. Оперативна примена САР модела

На слици 11 се може видети блок - дијаграм програма за оперативну примену који је имплементиран у хидролошки-оперативни програмски систем Одељења за прогнозу вода.

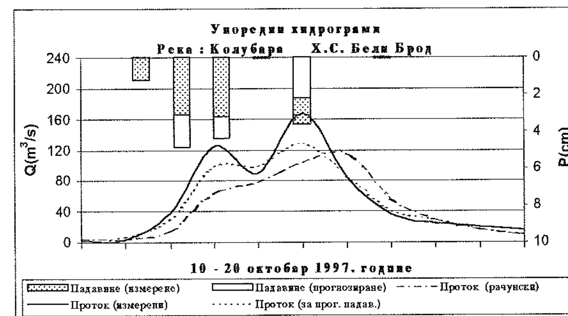


Слика 11. Блок дијаграм програма за оперативну употребу

Оперативни програм пружа могућност израде прогноза и до 5 дана унапред, могућност избора дневних или 6.-то часовних прогноза у зависности од временске прогнозе и радарских осматрања. Програм је организован тако да се после учитавања улазних података врши прорачун до текућег датума. Следи прогностички блок са избором периода дискретизације. Уколико се одлучимо за 24.-часовни период дискретизације следи унос прогнозираних количина падавина и прогнозираних средњих дневних темература ваздуха. Ако се одлучимо за 6.-то часовни период дикретизације следи унос само прогнозираних количина падавина, јер је калибрација и верификација параметара за овај период дискретизације вршена за таласе регистроване у летњем периоду.

Преостаје повратак на део програма за прорачун као и смештање резултата у посебну датотеку.

На слици 12 дат је приказ упоредних хидрограма из оперативне примене САР модела. Поред осмотреног хидрограма, приказнани су хидрограми добијени на основу измерених и прогнозираних падавина (модел Немачке метеоролошке службе - Офенбах).



Слика 12. Упоредни рачунски и осмотрени хидрограми (Δt=24h)

14. Закључак

Анализом резултата САР модела како у фази калибрације и верификације тако и при оперативној примени закључено је да САР модел даје добре реузлтате и да се може применити у прогнози отицаја са слива реке Колубаре до х.с. Бели Брод.

Тачност хидролошких прогноза зависи од квалитета и квантитета улазних података. Већа тачност се може остварити мерењима у краћим временским интервалима на оптималном броју и распореду мерних станица (по могућству аутоматских) и радарско - даљинским мерењима као и прогнозом количина падавина на микролокацијама. Развој метода даљинских мерења за прогнозу и мерење падавина, на којима се ради у Заводу, допринеће бољим улазним подацима. Просторно

Под прецизне прогнозе падавина одразиће се на квалитет хидролошких прогноза и упозорења, а тиме и на ефикасност у спровођењу одбране од поплава.

15. ЛИТЕРАТУРА

Преглед методологија, математички модели и светска искуства у краткорочном хидролошком прогнозирању, Институт "Михајло Пупин", Беогад, 1981.

САР програм за симулацију претварања падавина у отицај, Институт "Михајло Пупин", Беогад, 1974.

АСАР програм за симулацију претварања падавина у отицај са могућношћу аутоматског подешавања параметара модела градијентном методом, Институт "Михајло Пупин", Беогад, 1983.

Примена SSARR модела за прогнозу отицаја са слива реке Колубаре до хидролоше станице Бели Брод, РХМЗ Србије, Стручни рад, инж. Самир Ћатовић, 1996.

Хидролошка студија реке Колубаре - Карактеристичне воде, РХМЗ Србије, Београд, 1964.

Зборник радова, РХМ Завод Србије, Хидролошки сектор, Радови бр.1, Београд,1993.

ПРОГНОЗА ЛЕДЕНИХ ПОЈАВА НА РЕКАМА У СРБИЈИ

Нена Ковачевић, дипл.инж,
Надежда Јовановић, дипл.инж.
Републички хидрометеоролошки завод Републике Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

Forecasts of first ice events and ice-bridge at the rivers of Serbia has been made in the Water Forecast Division of the RHMS of Serbia since winter 1971/72.
Forecasts of ice events are based on physico-statistical or empirical graphical dependencies between the amount of total heat loss necessary for the ice and ice-bridge occurrence and certain hydrological elements. For the elaboration of forecasts, it is necessary to monitor permanently all the parameters of the waterway winter regime (water level, flow, water temperature, mean daily air temperature and wind speed) and a reliable meteorological forecast as well.
Since 1992, monitoring of hydrological and meteorological parameters, forecasting of ice events and dissemination of the users in due time have been automated.

Апстракт

Прогнозе прве појаве леда и ледостаја на рекама у Србији раде се у Одељењу за прогнозу вода Републичког хидрометеоролошког завода Србије од зиме 1971/72. године.
Прогноза ледених појава заснива се на физичко-статистичким или емпиријским графичким зависностима између величине укупног губитка топлоте неопходног за појаву ледохода и ледостаја и одређених хидролошких елемената. За израду прогноза неопходно је перманентно праћење свих параметара зимског режима водотока (водостаја, протицаја, температуре воде, средње дневне температуре ваздуха, брзине ветра) и поуздана метеоролошка прогноза.
Од 1992. године аутоматизовано је праћење хидролошких и метеоролошких параметара, израда прогноза ледених појава и њихово благовремено достављање корисницима путем рачунарске комуникације.

1. УВОД

Развојем водопривреде све се већа пажња поклања појавама леда на рекама. Праћење различитих форми ледених појава на рекама и прогнозе истих, краткорочне и дугорочне, омогућују правовремено предузимање одговарајућих мера за отклањање негативних последица које лед може да проузрокује.

Праћење и прогнозирање леда на рекама од значаја је:

- за безбедност хидротехничких објеката (мостова, брана),
- за одбрану приобаља од ледених поплава до којих долази због нагомилавања леда и загушења критичних профила леденим баријерама,
- за безбедност речне пловидбе,
- код одлучивања о минирању ледених баријера и ангажовања ледоломаца.

Прогнозирање ледених појава заснива се на двема методама: топлотног биланса и физичко-статистичких зависности.

Методом топлотног биланса испитује се процес формирања леда за који је најбитнији услов промена температуре водотока, односно промена топлотне енергије. Размена топлоте између водотока и околне средине дешава се у самом кориту и на воденој површини где се апсорбује или емитује топлотна енергија.
До промене температуре долази услед следећих фактора: краткоталасног зрачења које апсорбује или рефлектује вода; дуготаласног зрачења из атмосфере, које рефлектује вода или се емитује из ње; испаравања; кондукције и конвекције; топљења снега; геотермичког утицаја; топлоте од трења; отицаја или дотицаја подземне воде. Једначину топлотног биланса чине сумирани набројани фактори

(одређеног предзнака) који у процесу топлотне размене не учествују истом тежином.

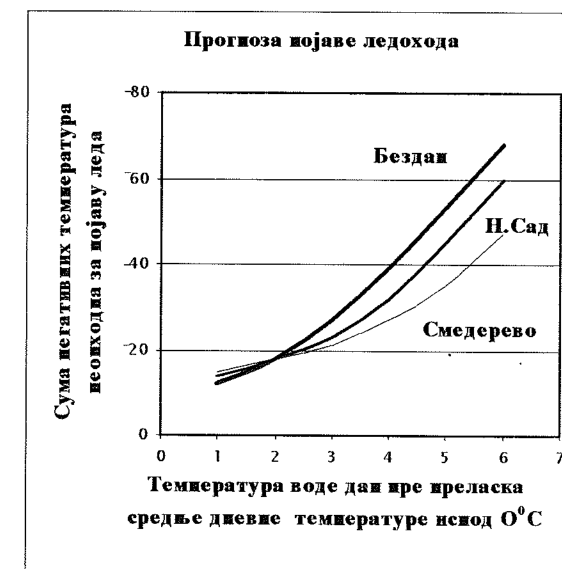
С обзиром да је билансна метода сложена и да се у тренутку издавања прогноза формирања ледених појава не располаже свим потребним параметрима, за макар и приближно израчунавање губитка топлоте у водотоку, то се за потребе оперативне примене користи метода физичко-статистичке зависности. За примену ове методе параметри зимског режима водотока тј. водостај, протицај, температура ваздуха и воде, брзина ветра и њихове прогнозиране величине расположиве су у реалном времену.

2. Опис примењене методе

Метода физичко-статистичких или емпиријских зависности анализира величину укупног губитка топлоте неопходног за појаву леда у зависности од одређених елемената. Одговарајуће зависности се добијају статистичким путем на основу осмотрених хидролошких и метеоролошких података на одређеном водомерном профилу и најближој метеоролошкој станици.

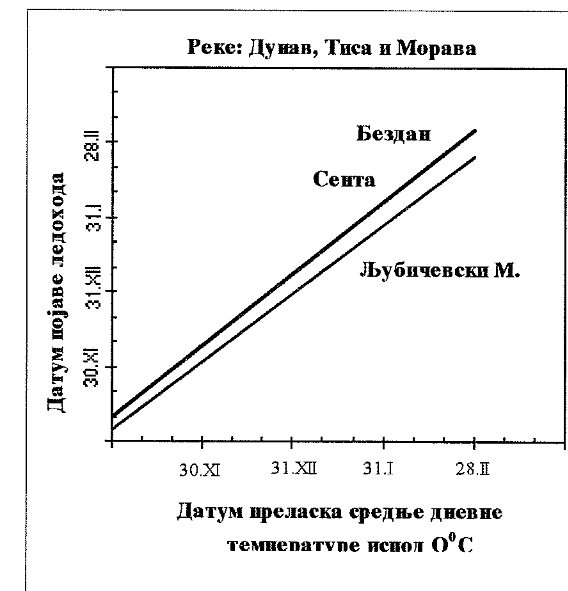
Као приближна карактеристика укупног губитка топлоте воде узима се сума средње дневних негативних температура ваздуха.

За прогнозу прве појаве леда (ледохода) користи се графикон који дефинише зависност, (Σ-T)min = f (Tvo), неопходне минималне суме негативних средње дневних температура ваздуха за појаву леда у зависности од температуре воде на дан пре преласка средње дневне температуре ваздуха испод 0°C (Слика 1.).



Слика 1. Зависности за прогнозу ледохода на Дунаву

Датум остваривања неопходне негативне суме се одређује на основу прогнозираних температура ваздуха. Међутим, и без прогнозе температуре ваздуха, датум прве појаве леда може се одредити и коришћењем графичке везе:



Слика 2. Одређивање датума појаве ледохода

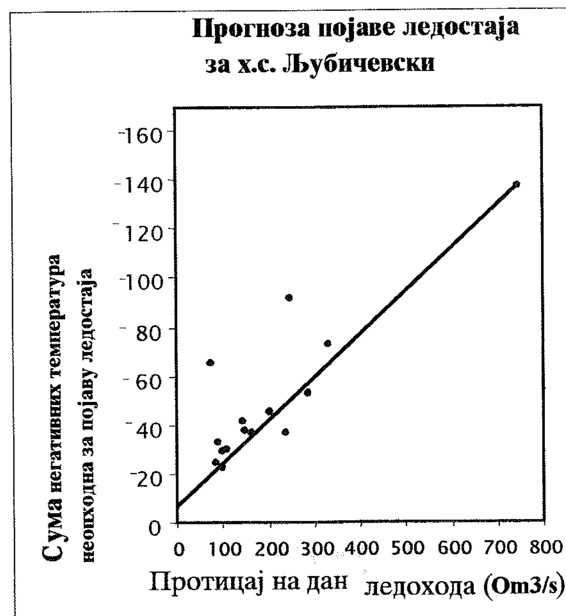
датум појаве ледохода и датум преласка средње дневне температуре ваздуха испод 0°C, у зависности од суме негативних температура ваздуха потребних за формирање леда (Слика 2.).

За прогнозу појаве ледостаја користе се графикони који дефинишу зависност:

- (Σ-T)min = f (Hpl) или (Σ-T)min = f (Qpl), неопходна минимална сума негативних средње дневних температура ваздуха (од дана појаве ледохода) за формирање ледостаја у зависности од водостаја или протицаја на дан појаве ледохода,
- Tkr = f(Hpl) или Tkr = f(Qpl), критична средње дневна температура ваздуха у зависности од водостаја или протицаја на дан појаве ледохода.

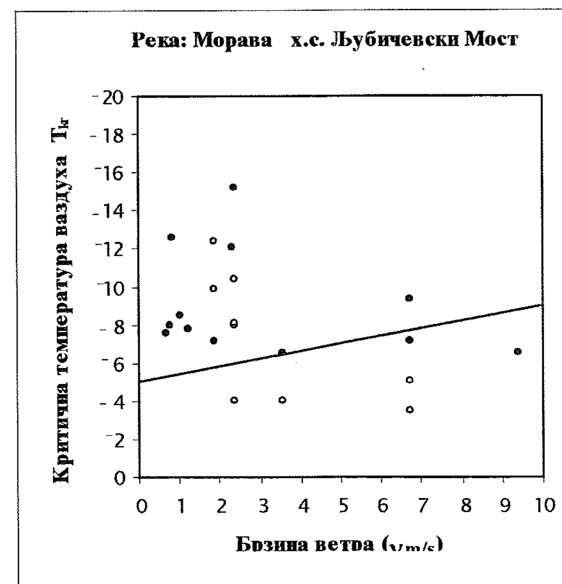
За прогнозу појаве ледостаја на Великој Морави, у профилу Љубичевског Моста, метод је проширен увођењем брзине ветра који, у том кошавском подручју, има значајну улогу у процесу размене топлоте.

Првог дана појаве леда (ледохода) приступа се изради прогнозе појаве ледостаја. За прогнозу појаве ледостаја користе се графикони који дефинишу зависност:



Слика 3. Зависност за прогнозу појаве ледостаја

- (Σ-T)min = f (Qpl), неопходна минимална сума негативних средње дневних температура ваздуха (од дана појаве ледохода) за формирање ледостаја у зависности од протицаја на дан појаве ледохода (Слика 3.),
- Tkr = f(v), критична средње дневна температура ваздуха која је неопходна за формирање ледостаја у зависности од брзине ветра (Слика 4.).



Слика 4. Зависност за прогнозу појаве ледостаја

За прогнозу датума појаве ледостаја није довољно само остваривање минималне суме негативних средње дневних температура (зависност (Σ-T)min = f (Qpl) или (Σ-T)min = f (Hpl)), појава ледостаја могућа је само у случају када је и средње дневна температура ваздуха нижа од неке њене критичне вредности (зависност Tkr = f(Qpl) или Tkr = f(v)).

За прогнозу ледених појава урађене су неопходне графичке зависности за реке Дунав, Тису, Саву и Велику Мораву.

3. Оперативна примена

Описана метода за прогнозу ледених појава на рекама у Србији оперативно се примењује од зиме 1971/72. године.

Праћење хидролошких и метеоролошких параметара, њихова обрада, израда прогноза ледених појава и дисеминација информација корисницима из области водопривреде је аутоматизована и одвија се у оквиру развијеног Хидролошког оперативног програмског система.

За хидролошке станице по избору, почев од 15. новембра текуће године, свакодневно се (из базе података оперативног система) формирају табеле са хидролошким и метеоролошким параметрима у циљу праћења њихових промена и интензитета. Упоредо се детаљно анализирају метеоролошки услови и прате промене температуре ваздуха и воде на Дунаву и Тиси узводно од државне границе.

Од дана када средња дневна температура ваздуха пређе испод 0^0C приступа се изради краткорочних прогноза појаве ледохода, а касније и ледостаја на рекама/профилима датим у табели 1. Рачунарским програмом, у који су уграђене све графичке зависности преведене у аналитички облик, одређују се потребне суме негативних средње дневних температура ваздуха за појаве ледохода. Исте се упоређују са тренутним сумама, а уношењем прогнозираних температура ваздуха и брзина ветра одређују се датуми појава ледохода односно ледостаја на појединим рекама и њиховим деоницама.

Прогнозе ледених појава се издају за седам, петнаест и месец дана унапред, при чему се користе краткорочне и дугорочне нумеричке временске прогнозе.

Оперативни програмски систем омогућује да се на ефикасан и једноставан начинураде прогнозе, припреме информације и исте проследе корисницима:

- Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде,

- Јавном водопривредном предузећу "Србијаводе" -ВПЦ "Дунав", "Сава" и "Морава",
- ХЕ Ђердап,
- Републичком центру за осматрање и обавештавање,
- предузећима за водни транспорт.

Табела 1.

Река	Профил - хидролошка станица	Меродавна метеоролошка станица
Дунав	Бездан	Сомбор
"	Нови Сад	Р.Шанчеви
"	Земун	Београд
"	Смедерево	В.Градиште
Тиса	Сента	Палић
Сава	Сремска Митровица	Сремска Митровица
Морава	Ћуприја	Ћуприја
"	Љубичевски Мост	С.Паланка

4. Закључак

Просечна сума средње дневних негативних температура ваздуха неопходних за појаву ледохода на Дунаву износи око -40 ^{0}C, на Тиси око –28 ^{0}C, на Морави –22 ^{0}C и на Сави око –60 ^{0}C, са просечним оствари-вањем у року од 7 до 10 дана. За формирање ледостаја на овим рекама непохода сума негативних температура се креће од -74 ^{0}C до -130 ^{0}C.

На Сави ледене појаве су веома ретке због знатно споријег процеса хлађења воде од осталих река услед утицаја загревања из подземља и темичког загађења водотока. На Тиси ледене појаве су честе, а успорено течење утиче да по формирању ледохода убрзо долази до образовања ледостаја. На Дунаву и Морави ледене појаве су уједначене, а у зонама неповољних хидрауличко-морфолошких карактеристика (велике речне кривине, мостови, ушћа, исклињавање ђердапског успора) долази до нагомилавања леда и формирања ледених баријера.

Период од када се израђују прогнозе ледених појава одликује се мањом учесталошћу оштрих зима од оних у прошлости. Најозбиљније зиме биле су 1984/85., 1986/87., 1992/93. и 1995/96. године. Коинциденција повољних хидролошких и метеоролошких услова у току ових зима допринела је нормалном развоју ледених појава на рекама. Благовременим спровођењем мера одбране од леда, ангажовањем флоте ледоломаца и минирањем, избегнуте су критичне ситуације.

Метеоролошке прогнозе и прогнозе ледених појава Републичког хидрометеоролошког завода биле су од значаја за:

- правовремено ангажовање флоте ледоломаца за синхрону међудржавну, југословенско-мађарску, одбрану од леда на Дунаву и Тиси,
- правовремено ангажовање флоте ледоломаца или обарање нивоа горње воде ХЕ Ђердап за заштиту бране и њену експлоатацију,
- минирање ледене баријере у зони мостова на Морави,
- избегавање непотребног ангажовања ледоломаца, чиме су остварене значајне материјалне уштеде.

Примењена метода се показала оправданом, јер је у досадашњој оперативној примени давала задовољавајуће резултате. У 70% случајева (зима) краткорочне прогнозе ледених појава су се у потпуности оствариле. Тачност издатих прогноза била је првенствено у зависности од метеоролошких прогноза (температура ваздуха).

Прогноза ледених појава је комплексан задатак који захтева перманентно и студиозно праћење хидрауличко-морфолошких фактора режима леда, периодичну корекцију модела и примену поуздане метеоролошке прогнозе.

5. Литература:

Доклад о ледовом режиме реки Дуная, Дунайская комиссия, Будапешт,1967.
Руководство по гидрологическим прогнозам, VIp 4, Ленинград, 1963.
Попов Е.Г., 1968.: Основbi гидрологицеских прогнозов, Ленинград
Петковић С. , Варга С., 1990.: Утицај ХЕ Ђердап I на режим леда на Дунаву, Водопривреда 1-2, Београд
Путарић П., 1991.: Прогноза ледених појава на рекама-докторска дисретација, Београд
Власак, Јовановић, Ковачевић, 1994.: Ice forecasting at the Danube applied in the Republic hydrometeorogical institute of Serbia, XVIIth Conference of the Danube Countries, Budapest

ДВА АСПЕКТА ПРИМЕНЕ КОНЦЕПТУАЛНИХ ХИДРОЛОШКИХ МОДЕЛА У ВОДОПРИВРЕДИ

Борјанка Палмар, дипл.инж.грађ.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

Precipitation can take many forms, but with respect to hydrology only rain and snow are important. Modeled runoff and snow pack accumulation give as a result:
1) *data quality control considering possible origins of modeling errors, such as input data errors, local extreme rainfall, etc.*
2) *modeled discharge that represents inflow to reservoir*
3) *modeled discharge for the purpose of flood control*

Knowing that the optimal design is a system design based on the selection or combination of all pertinent variables so as to maximize some objective function, the model calibration techniques are recommended for the optimal design of the precipitation areal network for hydrotechnic needs.

Апстракт

Падавине се могу јавити у разним облицима, али са становишта хидрологије су значајни само киша и снег. Резултат моделирања отицаја и залиха снега у сливу је:
1. *контрола квалитета података узимајући у обзир узроке грешака, као што су грешке у улазним подацима, локалне екстремне падавине и др.*
2. *моделирани проток који представља доток у акумулацију*
3. *моделирани проток за потребе одбране од поплава*

Знајући да је оптимално пројектовање системско пројектовање базирано на избору или комбиновању променљивих ради максимизирања циљне функције, техника калибрације параметара се може препоручити за анализу и пројектовање падавинске мреже оптималне са аспекта водопривреде.

1. Увод

Под концептуалним хидролошким моделом се подразумева математички модел који је компонован од више елемената који симулирају поједине фазе процеса трансформације падавина с циљем генерисања отицаја у сливу тј. симулирања протицаја у профилу хидролошке станице. Предност концептуалног модела је, у односу на друге класе хидролошких модела, што процес отицања моделира континуално, те преко претходно калибрисаних и верификованих параметара симулира хидролошке серије на основу осмотрених или прогнозираних метеоролошких / климатолошких серија.

У основи, хидролошко моделирање је моделирање компоненти хидролошког циклуса који представља физички процес расподеле и кретања воде у природи. У линеарној једначини хидролошког биланса су:

- падавине са знаком плус, а
- понирање, евапотранспирација и отицај са знаком минус.

$$P - F - ET - Q = dS/dt$$

Падавине се јављају у разним облицима, али са аспекта хидрологије једино су битни киша и снег. Уколико падавине снабдевају водом тло брзином која је већа него што је инфилтрационни капацитет тла, вода понире сагласно капацитету, а вишак остаје на тлу или испарава или отиче у реципијент. Отицај се рашчлањује на компоненте, а вредност сваке од компоненти отицаја зависи од врсте падавина, типа тла и карактеристика слива.

2. Моделирање отицаја

Потребно је нагласити да се, након фазе идентификације модела, разликују три фазе рада:

1. калибрисање параметара модела
2. верификовање параметара модела
3. моделирање хидролошких низова

Прве две фазе подразумевају постојање свих потребних климатолошких података са слива који представљају улаз као и података о протицајима са хидролошке станице за један дужи низ година. У фази калибрације дефинишу се параметри модела на основу улазних величина, уз услов да грешка симулације хидролошког низа буде минимална. Зависно од сврхе примене хидролошког модела врши се избор критеријума циљне функције за оптимизацију параметара модела. На пример, ако се модел користи за потребе одбране од поплава бира се критеријум грешке максималних протицаја, а ако се модел користи за симулацију дотока у акумулацију бира се критеријум грешке запремине дотока. Ако је потребно да модел подједнако добро врши симулацију и максималних протицаја и запремине таласа оптимизира се комбинација критеријума. У фази верификације потврђује се стабилност модела на временски независном хидролошком низу.

Трећа фаза подразумева креирање низова протицаја на основу утврђених параметара и осмотрених или прогнозираних података са меродавних метеоролошких станица. Уколико се моделирање хидролошких низова користи за потребе прогнозе, грешка прогнозиране хидролошке варијабле ће зависити од тачности прогнозираних метеоролошких варијабли и од грешке самог хидролошког модела.

С обзиром да ниједан модел не може савршено да симулира реални систем, грешке се могу идентификовати (Бекер&Сербан, 1990) код:

1. репрезентативности улазних података
2. кривих протицаја у домену екстраполације
3. структуре хидролошког модела
4. прекратког периода калибрације параметара
5. промене системских услова у сливу.

3. Хидролошки модел и улазни подаци

Значајна позитивна особина концептуалног модела је у чињеници да су све функције - продукциона, дистрибуциона и пропагациона - повезане у јединствену целину што омогућава континуалну симулацију протицаја. Модел региулише тзв. хидролошка стања у резервоарима земљишне влаге и резервоарима који генеришу компоненте отицаја чија суперпозиција даје укупни отицај. Модел се састоји од следећих међусобно независних процедура, функција и рутина:

- процедура земљишне влаге
- процедура снега
- функција одзива слива
- рутина трансформације.

Процедура земљишне влаге дефинише садржај влаге у тлу, односно дефинише запремину расположиве воде у земљишној фази. Вредности параметара ове процедуре су блиско везани за агрометеоролошке експерименте и педолошке анализе. Елементарни прираштај слоја отицања (нето-киша) у односу на елементарни слој падавина (бруто-киша) се ставља у функционалну зависност с параметрима стања земљишне влаге, пољског капацитета и испаравања. Ове величине се одређују мултиваријабилним оптимизационим методама унутар дефинисаних граничних вредности.

У процедури моделирања снежног покривача фактор температурног прага дефинише падавине као снег који се акумулише, или као кишу. Један од параметара моделира ретензију течне фазе у снегу преко водног капацитета, фактор дан-степен дефинише просечну дневну брзину топљења снега по вегетационим зонама у зависности од приpаштаја просечне дневне температуре, параметар сублимације снега је понекад занемарљиво мали, а поновно замрзавање воде у снегу моделира параметар који је једнак проценту воде у симулираном истопљеном снегу која ће се поново замрзнути код пада температуре.

Функција одзива слива генерише компоненте отицаја. То је рутина за формирање компоненти отицаја од суфицита влаге у тлу. Рутина се састоји од више линеарних резервоара који имају тзв. отворе за истицање. Концептуални програмски систем је замишљен тако да што верније одслика стварно стање у реалном природном систему. При високом прираштају земљишне влаге понирање у базни резервоар више није у стању да одржава површинске и потповршинске резервоаре празнима, генерисани отицај добија прираштај и из тих резервоара, па гранични параметар горње зоне дефинише гранични протицај између површинског и потповршинског отицаја. Произилази да параметри нису строго математички, већ да имају и јасан физички смисао.

Као улазни подаци о сливу фигуришу укупна површина слива, хипсографска крива на основу које се врши подела на висинске зоне, вегетационе зоне, број и површина подсливова.
Декомпозиција на подсливове је ограничена бројем мерних профила на сливу, велика језера представљају посебне подсливове, а сваки суб-модел има сопствени сет тежинских коефицијента падавинских и температурних станица.

Уколико је време дискретизације 24 часа, од метеоролошких података улаз чине низови дневних сума падавина, средњих дневних температура и губици евапотранспирације. Пожељно је да се одабране падавинске, климатолошке или главне метеоролошке станице налазе на делу сливу / подслива на коме се формира отицај да би биле репрезентативне. Међутим може се доказати да се моделирање протицаја може успешно извршити и са подацима са главних метеоролошких станица лоцираних ван сливног подручја, уколико се пажљиво и правилно проуче уобичајени правци кретања влажних ваздушних маса и њихов осредњени однос према орографским препрекама - вододелницама.
У фазама калибрације и верификације параметара, улаз чине и временске серије средњих дневних протицаја.

4. Примена у хидрологији

У хидрологији, као науци која се бави проучавањем просторног и временског распореда квантитативних карактеристика водног режима, концептуални модели могу имати примену код:

- провере, попуњавања или продужавања хидролошких временских серија на бази климатолошких временских серија,
- унакрсне контроле осмотрених хидролошких и метеоролошких података у реалном времену, као и при анализама,
- пројектовања мреже метеоролош-ких станица која је оптимална са аспекта хидрологије / водопривреде,
- креирања хидролошких серија на основу средњерочних и дугорочних метеоролошких прогноза.

Концептуални хидролошки модел се може користити за реконструкцију протицаја на основу познатих падавина и других метеоролошких величина, за симулацију максимално вероватних великих вода на основу максимално вероватних падавина, или симулацију рачунских вода одређеног повратног периода на основу рачунских киша.

У анализама, концептуални модел омогућује контролу квалитета података евидентирајући могуће грешке у улазним подацима као и локалне екстремне епизоде (конвективне ћелије) које су забележене на станици а нису репрезентативне за слив, или обратно.

С обзиром да је оптимално пројектовање системско пројектовање базирано на избору или комбиновању променљивих ради максимизирања циљне функције, техника калибрације параметара може да се користи за утврђивање меродавности постојећих метеоролошких станица за потребе симулирања хидролошких временских серија, и након тога за просторно и висинско пројектовање допунске падавинске мреже у датом сливу за потребе водопривреде.

Прогностички модели средњих дневних падавина, температурних поља и евапотранспирације представљају улаз, а протицај представља излаз. Дужина прогнозиране хидролошке временске серије одговара дужини прогностичког периода метеоролошких серија (10 дана или више).

5. Мали сливови

Примена концептуалног модела на малим сливовима који имају време концентрације мање од једног дана, захтева, последично, дискретизацију улаза на интервале краће од једног дана. Смањењем интервала дискретизације, повећавају се варијације које постоје у метеоролошким и хидролошким компонентама процеса који се моделира. Велики слив може лако да изравна неравномерности у распореду падавина својим ретензионим капацитетом, тако да варијације не морају да се одразе у излазу, што није случај код мањих сливова.

Кратак интервал прогнозе које диктира мала површина слива подразумева не само квантитативне прогнозе падавина већ и ефикасан информациони систем за прикупљање података са слива. Претпоставка издавања хидролошке прогнозе за интервале краће од 24 сата је укључење телеметријских станица за осматрање водостаја и падавина као и метеоролошких радара у информациони систем који је на располагању прогностичару, ради кориговања улазних падавина, чиме се мења стање у симулационом систему, а самим тим и моделирани одговор слива.

6. Хидролошки модели у водопривреди - одбрана од поплава

Значај хидролошких информација је корелисан са вредношћу објеката који се пројектују и граде на обалама река, као и последицама по регионалну економију које настају при појави наглих бујичних поплавних таласа или дуготрајних поплава у долинама великих река.

У хидротехници се захтеваним пројектованим степеном предвиђа заштита у приобаљу насеља и инфраструктуре, индустријских објеката и пољопривредног земљишта. Изградњом одбрамбених насипа дуж водотока, уколико се заштите и искључе ниске обале које су биле природне ретензије при високим водостајима, може се постићи контраефекат на низводном подручју. О томе се увек води рачуна при пројектовању код постављања једначине коштања пројектованог одбрамбеног система у односу на могуће штете у приобалним областима. Као што је речено, одбрамбени насипи се пројектују и граде с циљем претходно утврђеног економски рационалног степена пасивне заштите од поплава.

Водопривредна предузећа, у складу са пројектованим степеном заштите и стањем утврђеним на терену (квалитет односно деградација насипа, канала, устава, црпних постројења), дају предлоге планова одбране од поплава у којима дефинишу нивое изнад којих су потребне додатне мере заштите. Објава и спровођење одбране од поплава зависи од максималног прогнозираног водостаја и прогнозираног времена трајања водостаја изнад дефинисаног нивоа, а које служба прогнозе вода израђује и доставља руководиоцима одбране од поплава за водна подручја.

7. Хидролошки модели у водопривреди - пројектовање и управљање

Често је за пројектовање капиталних хидротехничких објеката као и за управљање њима, потребно располагати низом хидролошких података на одређеном профилу дужим од хидролошког низа који је добијен осматрањима и мерењима у оквиру наменских хидролошких истраживања. Применом концептуалних модела симулира се хидролошка временска серија потребне дужине. Симулирана серија се даље преко стохастичких хидролошких модела верификује на основу дугих хидролошких серија на хидролошким станицама на околним сливовима.

Хидролошким моделом се могу симулирати хидролошке серије за потребе анализе пројектованог водопривредног система на основу усвојеног модела рачунских киша. Варијацијом почетних услова у сливу и избором комбинација рачунских киша симулирају се најнеповољније варијанте протицаја које се усвајају као меродавне за пројектовање.

Са аспекта рационалног газдовања водама, оптимално управљање водопривредним системом је циљ коме се тежи да би се задовољили међусобно супротстављени захтеви корисника и тиме избегла колизија њихових интереса. Вишенаменска акумулација може да буде пројектована за водоснабдевање, производњу електричне енергије, наводњавање, оплемењивање малих вода и друго. Све захтеве корисника можда није могуће у сваком тренутку испунити у потпуности, и зато је потребно планирати управљање на основу поузданих прогноза дотока у акумулацију. Концептуалним моделом могу да се континуално моделирају залихе снега у сливу, стање земљишне влаге, потенцијално испаравање, као и доток у акумулацију од киша и топљења снега.

8. Литература

1. Б.Палмар, Примена модела HBV за прогнозу отицаја воде, Зборник радова бр. 1, РХМЗ Србије, Београд, 1993.
2. Б.Палмар, Идентификација, калибрација и верификација детерминистичког концептуалног модела HBV, РХМЗ Србије, Београд, 1994.
3. Б.Палмар, Примена модела HBV за прогнозу протицаја на сливу реке Ибра, Зборник радова бр. 2, РХМЗ Србије, Београд, 1995.

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ - ЗНАЧАЈАН ДЕО ВОДА КОЈЕ КРУЖЕ У ПРИРОДИ - У НАДЛЕЖНОСТИ РХМЗ СРБИЈЕ

Мр. Зоран Никић, дипл. инж.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11 030 Београд, Југославија

Abstract

A significant part of the waters circling in nature concerns the ground waters. By the legal regulations, the Republic Hidrometeorological Service of Serbia is competent for the monitoring of first aquifer ground water regime. In 1997 the network of ground water stations in alluvial products of major rivers in the competence of the Service, consisted of 356 piezometers. The piezometrs areused to mesaure ground water levels and temperatures, as well as the ground water quality. The existing network of stations in the competence of the Service is not complete and the basical goal should be the establishing of a modern observing network, not only in alluviai arear, bat also in tertiary and carbonate products with significant aquifers.

Абстракт

Подземне воде представљају веома значајан део вода у оквиру хидролошког циклуса. Режим подземних вода прве издани ("фреатске") позитивним законима у Србији одређен је да прати Републички хидрометеоролошки завод. У 1997. години мрежу осматрачких станица подземних вода у алувијалним творевинама већих река, у надлежности Завода, сачињавало је 356 пијезометара. На осматрачким станицама вршена су мерења нивоа и температуре подземних вода као и праћење квалитета. Постојећа мрежа станица подземних вода у надлежности Завода није комплетна и треба тежити формирању савремене осматрачке мреже, не само у алувијалним, већ и у терцијарним и карбонатним творевинама са значајним водоносницима.

Увод

Укупно кружење воде у природи, односно хидролошки циклус воде, јединствен је и недељив процес, а вода је основни и незамењив чинилац за одржавање живог света, за развој привреде и људског друштва уопште. Услед тога, планирање и експлоатација вода не могу се сместити у опште шеме људских делатности и захтевају мултидисциплинарни приступ.

Веома значајан део општег хидролошког цеклуса на Земљи су подземне воде (сл. 1). За површинске и воде у атмосфери у оквиру хидролошког циклуса може се рећи да су доступније за праћење и осматрање, па самим тим и боље изучене, за разлику од подземних вода.

Напредком савремене цивилизације подзнмне воде, као део укупних вода, постају један од битних егзистенцијалних, односно лимитирајућих фактора даљег напредка. Сагледавајући садашњост и забринути за будућност, у задњих двадесетак година економски јаке државе уложиле су значајна финансијска средства у изучавање квантитативно - квалитативних карактеристика подземних вода на својим територијама. У свету бројне су државе које подземне воде сврставају у значајна природна блага.

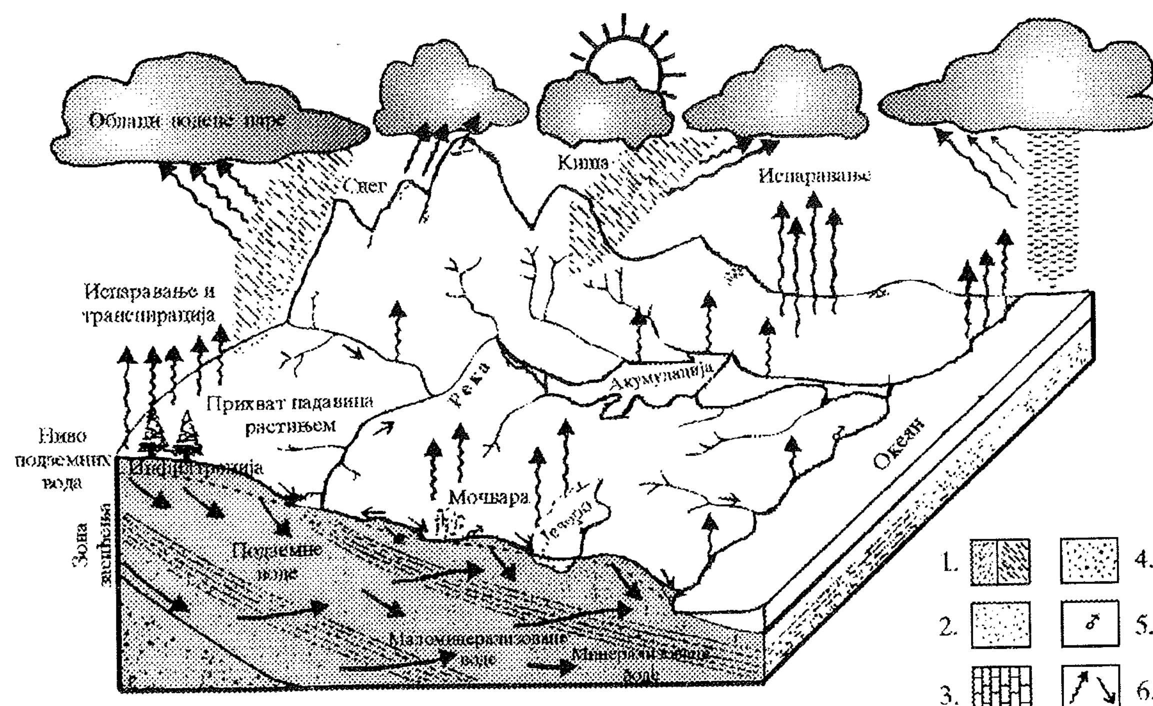
У Србији организација одређена позитивним законима да на генералном нивоу систематски осматра подземне воде прве издани ("фреатске"), јесте Републички хидрометеоролошки завод. Овакво опредељење у садашњим условима је најрационалније, чему у прилог иду бројни аргументи.

Значајни типови издани на територији Србије

Подземне воде, у зависности од квантитативно - квалитативних карактеристика, користе се за потребе водоснабдевања становништва и индустији, у пољопривреди за рекреативне сврхе, итд. Билансне количине квалитетних подземних вода са којима располаже држава, један су од битних елемената његовог планског развоја.

Водоносне средине на територији Србије у којима постоје значајне издани (сл.2), тј. количине подземних вода, према типу издани можемо поделити на:

- *Збијени тип издани*:

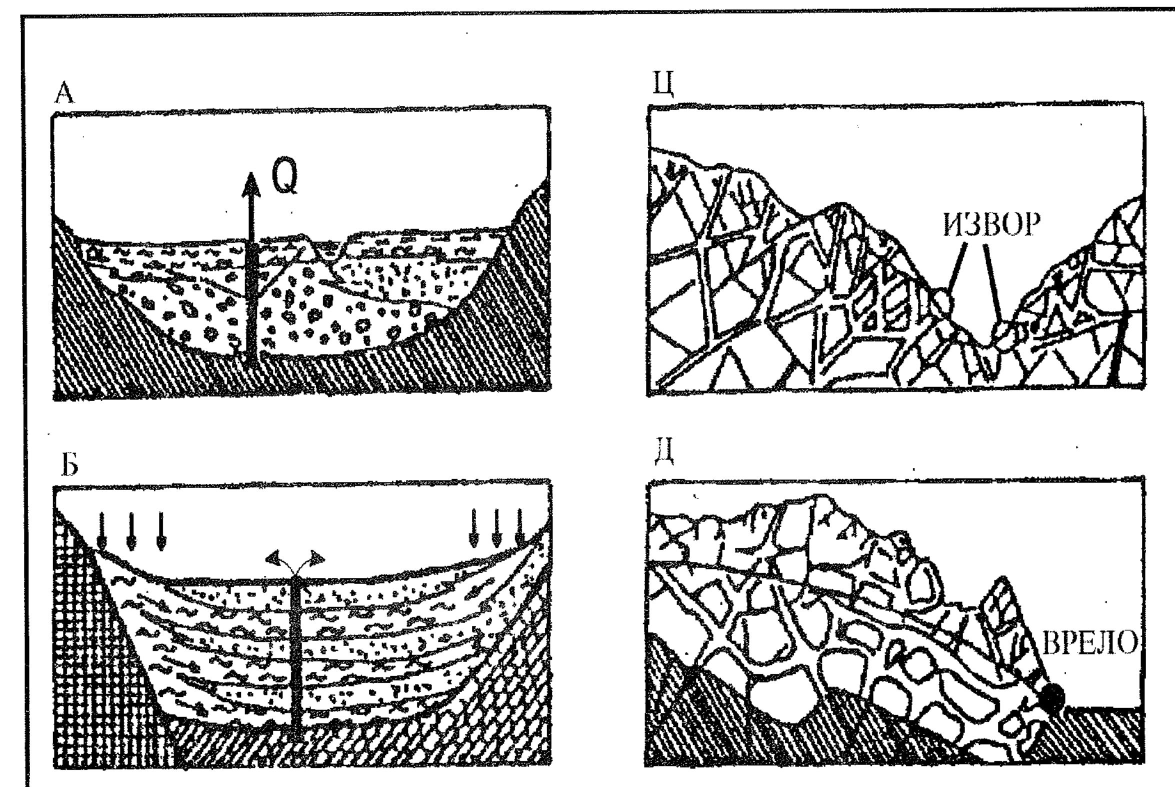


Слика 1. Кружење воде у природи (DeWiest, 1965)
1. падавине; 2. водопропусне стене; 3. слабопропусне стене; 4. непропусне стене; 5 извор; 6. правац кретања вода и водених пара

а) у оквиру квартарних алувијалних и терасних наслага са интергрануларном порозношћу,
б) у оквиру терцијарних стенских творевина са интергрануларном порозношћу;
- *Карстни тип издани* у оквиру карбонатних стенских творевина са кавернозном и пукотинском порозношћу;
- *Пукотински тип издани* у оквиру различитих чврстих стена са пукотинском порозношћу.

Квартарне алувијалне и терасне творевине интергрануларне порозности заступљене су у речним долинама. Захваљујући повољним хидрогеолошким карактеристикама алувијалних творевина и квантитативно - квалитативним параметрима подземних вода, било је могуће у њима формирати бројна изворишта за потребе водоснабдевања становништва и привреде (на пример за градове: Београд, Шабац, Јагодина, Пожаревац, итд). Ове широке инундационе површине погодне су за интензивну пољопривредну производњу па се подземне воде из ових стенских творевина могу користити и за наводњавање.

Стенске творевине терцијарне старости интергрануларне порозности са водама под притиском (артеске и субартеске), значајан су водоносник подземних вода. Највеће пространство ових творевина је у Војводини. Бројна насеља и индустријски погони у Војводини решили су проблем водоснабдевања каптирањем издани формиране у овим стенским творевинама. И јужно од Дунава и Саве постоје велики неогени басени са значајним количинама подземних вода које се користе за водоснабдевање (на пример за градове Младеновац, Лесковац, итд).



Слика 2.Схема типских водоносних средина
А. интергрануларна алувијална средина; Б. комплекс седиментат неогена;

Карстни терени са стенама са кавернозном и пукотинском порозношћу имају значајне водне ресурсе. Подземне воде ових терена јављају се на површини у виду врела чија годишња издашност може бити већа од запремине неких површинских акумулација. Многа врела у Србији каптирана су за потребе водоснабдевања становништва (на пример за градове: Мионица, Ваљево, Пирот, Пећ, Параћин, итд).

Стенски комплекси са пукотинском порозношћу на територији Србије имају велико распрострањење али са тренутно скромним резервама подземних вода пошто нису довољно истражени.

Треба споменути посебну категорију подземних вода и то веома значајну коју представљају: термалне, минералне и термоминералне воде са преко 300 појава на територији Србије са могућношћу вишенаменског коришћења. Бројне бање у Србији своју егзистенцију заснивају на физичко-хемијским карактеристикама ових вода и користе их у балнеолошке и рекреативне сврхе, за флаширање, за топлификацију односно загревање објеката и стакленика (на пример: Врњачка бања, Пећка бања, Бујановачка бања, Аранђеловачка бања, Куршумлијска бања, итд.).

Укупне количине подземних вода на територији Републике Србије нису прецизно сагледане. Садашње процене су опречне и крећу се од да подземних вода има "довољно-много", до да их има "недовољно-мало". Значај овакве процене долази до пуног изражаја ако се има у виду чињеница да преко 80% становништва и индустрије у Србији користи подземне воде за водоснабдевање.

Опште хидрогеолошке карактеристике алувијона

Алувијални седименти, хидрогеолошки посматрано, представљају двослојевиту средину. Нижи слој изграђен је од шљунковито - песковитих седимената, најчешће врло високе пропусности и представља водоносник подземних вода. Повлатни слој чине глиновити седименти и углавном заглињени ситнозрни пескови, који служе и као заштита подземних вода од загађивања са површине терена. Дебљина алувијалних седимената је различита за велике и мале водотоке. За велике река као што су: Дунав, Сава, Дрина и Велика Морава дебљина алувијалних творевина износи претежно од 10

до 25 m, изузимајући пределе фосилних речних корита Дрине и Велике Мораве где је дебљина око 75 m. Алувијалне творевине средњих и малих водотока имају мању дебљину, најчешће 4 до 7 m, локално до 15 m. Дебљина слабопропусне повлате у овом случају варира од 1 до 3 m, локално може износити и више.

Коефицијент филтрације водоносних шљункова и пескова је врло висок, реда 10^{-3} до 10^{-4} m/sek, док је повлатни слој слабопропустан до практично водонепропустан са коефицијентом филтрације реда 10^{-8} до 10^{-7} m/sek. Доминантан начин прихрањивања издани у алувијалним творевинама је на рачун филтрације вода из реке. Обзиром да су речна корита најчешће усечена у водоносни хоризонт то је успостављена директна хидрауличка веза речне и подземне воде. Овакви хидрогеолошки услови омогућују несметано обнављање резерви подземних вода, али и могућ продор загађене речне воде у издан.

Табела 1. Преглед периода успостављања осматрачких станица подземних вода које су биле у функцији 1997. године.

No	Реон	Број осматрачких станица и процентуална заступљеност формираних у периоду (година)						Укупан број станица у 1997 год.
		1948-1959	%	1960-1979	%	1980-1991	%	
1	Велика Морава	0	-	20	65	11	35	31
2	Западна Морава	2	8	0	-	23	92	25
3	Јужна Морава	1	3	0	-	38	97	39
4	Срем	6	22	0	-	21	78	27
5	Банат	0	-	18	20	73	80	91
6	Бачка	4	8	0	-	49	92	53
7	Ветерница	4	57	0	-	3	43	7
8	Колуб. и Посавина	8	23	0	-	27	77	35
9	Млава	5	100	0	-	0	-	5
10	Мачва	17	65	0	-	9	35	26
11	Панчевачки рит	0	-	4	100	0	-	4
12	Подунавље	0	-	4	100	0	-	4
13	Метохија	5	56	0	-	4	44	9
Σ		52	15	46	13	258	72	356

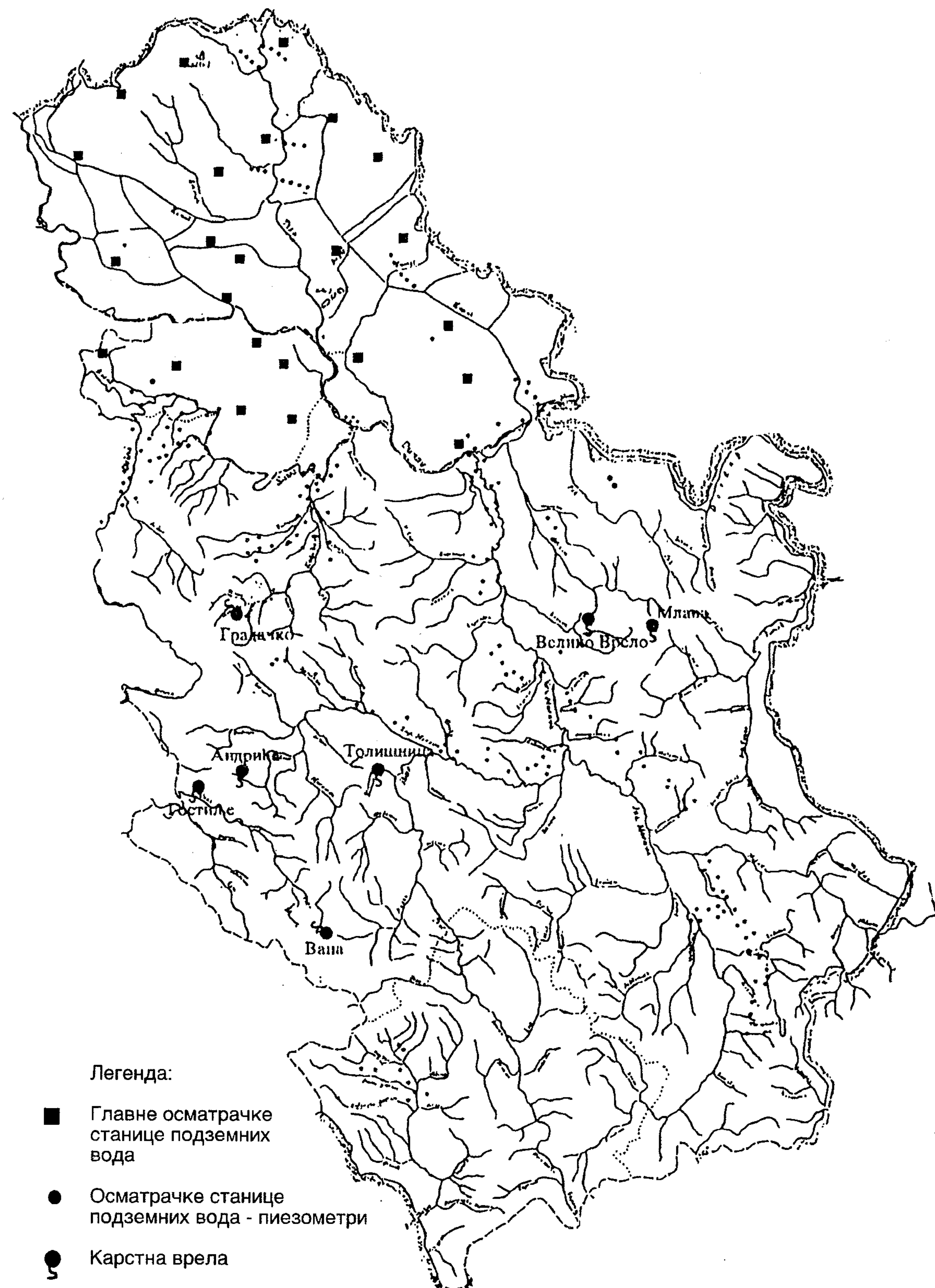
Осцилације нивоа подземних вода у алувијалним седиментима претежно су у функцији водостаја реке и удаљености од водотока. Током године дубина нивоа подземних вода у алувијалним творевинама генерално гледано, највиша је током септембра месеца, а најмања односно најближа површини терена, током априла месеца.

Ипак, мора се имати у виду да је карактер хидрауличке везе речних и подземних вода веома промењив од једног до другог места, те за сагледавање конкретних прилика потребно је извести хидрогеолошке истражне радове.

Осматрачка мрежа станица подземних вода

Имајући у виду чињеницу да је битан део укупних подземних вода на територији Републике Србије, акумулиран у алувијалним седиментима речних токова, од стране Завода управо овим подземним водама, посвећена је највећа пажња од првог дана деловања.

Важећим Законима о водама који је донет 1991. године ("Сл. гласник Р. Србије" бр. 46/91) прописано је да стање нивоа и квалитета подземних вода прве издани ("фреатске"), прати Републички хидрометеоролошки завод. Обзиром да Завод осматра површинске и воде у атмосфери, потенцирана је намера да комплетан хидролошки циклус буде заокружен за територију Србије у оквиру једне установе. Као законско опредељење ово је постављено сасвим исправно, пошто Завод према својој организацији треба и може да прати, анализира и даје прогнозу режима и биланса и подземних вода прве издани које су у реалном физичком времену под утицајем метеоролошких и хидролошких фактора.



Слика 3. Схематска карта осматрачке мреже станица подземних вода прве издани и врела у надлежности РХМЗ Србије

Прве осматрачке станице подземних вода са циљем систематског праћења и мерења параметара режима подземних вода у алувијалним творевинама на територији Србије постављене су 1948. године. Од те године осматрачка мрежа станица подземних вода изграђивана је и обнављена у етапама, према буџетским финансијским могућностима.У току 1997. године у надлежности Републичког хидрометеоролошког завода Србије у основној осматрачкој мрежи станица подземних вода у оквиру алувијалних творевина радило је 287 станица са 356 осматрачких објеката- пијезометара (слика 3). Мерења нивоа подземних вода вршено је два пута месечно на 15 пијезометара, три пута месечно на 120 и шест пута на 221 пијезометру. Мерење температуре подземних вода вршено је у истим терминима са мерењима нивоа на 104 пијезометара. Квалитет подземних вода у 1997. години узорковањем у једној серији, регистрован је на 96 осматрачких објеката.

Обрађене податке о осматрањима подземних вода у алувијалним творевинама (од 1991. године) публикује Завод. Хидролошки годишњак подземних вода садржи основне податке о пијезометрима, табеларни преглед мерења нивоа и температуре подземних вода са минималним, максималним и средњим месечним вредностима за сваки осматрачки објекат. Обрађени резултати урађених хемијских анализа на узорцима подземних вода публикују се у годишњаку квалитета вода.

Треба истаћи да постојећа мрежа осматрачких станица подземних вода у алувијалним творевинама није комплетна. На територији Србије постоје значајни реони са алувијалним седиментима, као што су Тимочка долина, лева обала Саве, Дунав низводно од Београда и Косово, без ијeдне осматрачке станице подземних вода у надлежности Завода. Такође неки значајни реони су са веома малим бројем станица, известан број постојећих станица плитко је постављен, локације неких осматрачких станица су у непосредној близини или у самим насељима па се локални антропогени утицај на промене нивое не може искључити, многе су постављене пре више деценија, итд. У табели 1. приказан је број пијезометара разврстаних према години изградње и процентуалној заступљености по појединим реонима.

У карстнопукотинским стенским формацијама Србије, Стручне службе Завода у 1997. години вршиле су свакодневна мерења водостаја на следећих 7 врела: Андрића врело, Гостиљско врело, врело Вапа, врело Пећина, Великом врелу, врелу Толишница и врелу Млаве. Мерење водостаја на овим врелима врши се од 1995. године, изузев на врелу Млаве где се осматрања врше од 1949. године.

Значајан корак са циљем формирања савремене осматрачке мреже подземних вода у оквиру алувијалних творевина на територији Србије учињен је од стране Завода почетком деведесетих година када су урађене Студије формирања осматрачког система подземних вода на територији Војводине, централне Србије и Космета. Намера Студија била је израда идејног решења нове, савремене, осматрачке мреже подземних вода у алувијалним седиментима. Уважавајући геолошке, хидрогеолошке и хидродинамичке услове, као и стање на терену, Студијама предвиђена мрежа станица подземних вода састојала би се од Главних станица, станица првог реда и извесно време другог реда. У зависности од категорије станице осматрали би се: промена пијезометарског нивоа издани, промене нивоа подземних вода у повлатним полупропусним наслагама, инфилтрација од падавина, евапотранспирација и квалитет подземних вода. Динамика формирања савремене осматрачке мреже подземних вода у алувијалним творевинама Србије наведеним Студијама предвиђена је на пет година. Од онога што је предвиђено Студијама урађено је само на подручју Војводине следеће: 23 главне станице са 90 осматрачких објеката и 7 профила са 48 осматрачких објеката - пијезометара, првог реда.

Собзиром на постојеће стање и значај подземних вода само по себи намеће се питање ко и када ће организовати комплетну осматрачку мрежу станица подземних вода у алувијалним творевинама, које су у реалном физичком времену под утицајем метеоролошких и хидролошких фактора и представљају битан део општег хидролошког циклуса? Биланс вода једног региона или државе, као битан елемент планског развоја, није потпун без биланса подземних вода. Такође не смеју се испустити из вида и значајни водоносници у оквиру других стенских творевина са значајним квантитативно - квалитативним карактеристикама подземних вода на територији Србије, који нису покривени осматрачком мрежом за систематско праћење.

Закључак

Веома значајан део општег хидролошког циклуса на Земљи, поред површинских и вода у атмосфери, су и подземне воде. Очигледна целовитост хидролошког циклуса у природи, у циљу што потпунијег изучавања, намеће мултидисциплинаран приступ проблему, односно блиску сарадњу стручњака за: воде у атмосфери, воде на површини Земље и воде у подземљу, тј., метеоролога, хидролога и хидрогеолога.

Систематско праћење и проучавање стања и промена режима подземних вода прве издани ("фреатске") које су у реалном физичком времену под утицајем метеоролошких и хидролошких фактора, законским прописима одређен је да врши Републички хидрометеоролошки завод.

Подземне воде са значајним квантитативноквалитативним карактеристикама у оквиру неогених, карсних и пукотинских стенских творевина систематски се не осматрају.

Прве станице за систематско праћење и проучавање режима подземних вода у алувијалним творевинама у Србији, формиране су 1948. године. У 1997. години мрежа станица подземних вода у надлежности Завода, састојала се од 356 пијезометара у алувијалним творевинама и 7 врела у карстним теренима.

Постојећа осматрачка мрежа станица подземних вода није комплетна и на дугорочном плану треба тежити формирању савремене функционалне мреже не само у алувијалним, већ и у терцијарним и карбонатним творевинама. Такође треба улагати у усавршавање службе јавног информисања о стању и прогнози режима подземних вода као и образовању и обуци кадрова, чиме би се постигао циљ да осматрачка мрежа буде у функцији крајњих корисника.

Постојећим Законима нису прецизно дефинисана права и обавезе у домену газдовања подземним водама. Неопходно је на нивоу Државе одговарајућим Законима допринети побољшању третмана подземних вода у друштву.

Услед значаја и перспективности, квалитетне подземне воде треба сврстати у категорију стратешких сировина, што би представљало један вид инвестирања у будућност ове Државе.

Литература:

Фондовска документација Републичког хидрометеоролошког завода Републике Србије, Београд.

РХМЗС, 1997: Хидролошки годишњак - подземне воде, 1996. год., Београд.

Коматина М., 1998: Подземне воде у интергрануларним срединама територије Југославије; Југословенско друштво за хидрологију: Светски дан вода, Нови Сад.

Драгишић В., 1997.: Општа хидрологија; ПГФ, Београд.

Група аутора, 1976.: Геологија Србије, књига VIII -1 Хидрологија; Пос. изд. ПГФ, Универзитета у Београду, Београд

МЕТЕОРОЛОГИЈА КВАЛИТЕТ ЖИВОТА

ПОВЕЗАНОСТ ГЕОМАГНЕТСКИХ, ЈОНОСФЕРСКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И ДНЕВНОГ ХОДА ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

Споменко Ј. Михајловић , Љубица Михајловић, Миодраг Обрадовић,
Геомагнетски институт Гроцка
Владимир М. Димитријевић, Александар Опра,
Републички хидрометеоролошки завод Србије

ABSTRACT

It is well known that Sun's activity has great influence on upper atmosphere. This effect is explained by Sun's ultra-violet radiation intensity variations, that reach the Earth. Exchange of corpuscular radiation intensity particularly Sun's wind, cause fundamental atmospheric parameters changes. In addition to atmospheric variations, which are related with ultra-violet radiation changes, there are variations related to geomagnetic activity.

In this paper, by analyzing the air temperature, it has been indicated that in days with intense geomagnetic disturbances it is important to monitor the interchanges of other parameters as well, that define weather conditions, since it is quite possible that changes in silar – geomagnetic activities represent one of the indications or warnings to the weather changes.

РЕЗИМЕ

Добро је познато да сунчева активност знатно утиче на особине горње атмосфере. Овај се ефекат у основи објашњава варијацијама јачине сунчевог ултраљубичастог зрачења, које доспева на Земљу. Флуктуације јачине корпускуларног зрачења, нарочито сунчевог ветра, изазивају битне промене атмосферских параметара.

Као допуна атмосферским варијацијама, које су у вези са променама ултраљубичастог зрачења, унутар сунчевог циклуса, постоје и варијације које су у вези са геомагнетском активношћу.

У овом раду, анализом температуре ваздуха, указано је на важност да се у данима интензивних геомагнетских поремећаја, врше поређења међусобних промена и других параметара који дефинишу временско стање, јер је могуће да су промене у соларно магнетским активностима један од индикатора или најављивача промена времена.

1. УВОД

Утицај Сунца на временске прилике, соларни физичари објашњавају енергијом која стиже на Земљу. Количина енергије која долази на квадратни метар горње границе атмосфере, назива се соларна константа. Сматра се да мале промене вредности соларне константе имају драматичне последице на климу. Да би се ово могло поуздано утврдити, треба израчунати колико енергије стиже у доње слојеве атмосфере из термосфере (термосфера је разређен слој гасова на висини од 80-400 км од површине Земље). Термосфера се загрева дејством ултраљубичастог зрачења са Сунца и под нормалним условима има температуру од неколико стотина степени. У време максимума сунчеве активности, за време регистрације магнетских бура, до термосфере стиже већа количина енергије, која загрева термосферу до неколико хиљада степени. Неки истраживачи сматрају да исте силе које загревају термосферу, имају већи утицај на временске прилике, него флуктуација соларне константе. Магнетске буре, са огромним електричним потенцијалом, могу иницирати таласе топлоте, или притиска, који би стигли до нижих слојева атмосфере ***(Герман, Голдберг, 1981; Иванова, 1981.)***

У испитивањима утицаја промена соларно-геомагнетске активности на структуру и динамику атмосфере, кренуло се од идеје да се магнетске буре могу посматрати као преносиоци велике количине енергије и топлоте до нижих слојева атмосфере.

Испитивања соларних физичара, показују да се као "допуна" варијацијама атмосферских параметара (које су повезане са променама ултраљубичастог зрачења у сунчевом спектру), појављују варијације које су у вези са променама геомагнетске активности. Наводи се да реакција атмосфере на интензивне геомагнетске поремећаје "касни" на средњим геомагнетским ширинама за око 6 сати ***(Миловановић, 1991.; Казимировскиј, 1976).***

2.ГЕОМАГНЕТСКЕ БУРЕ И ДНЕВНИ ХОД ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

На Геомагнетској опсерваторији Гроцка, у неколико последњих година, испитивана је веза између индекса соларно-геомагнетске активности на успостављање и развоја различитих временских стања. Утицај промена соларно-геомагнетске активности на развој временских стања, испитиван је на примеру класе 70 интензивих магнетских бура, регистрованих на Опсерваторији Гроцка, у периоду 1980-1990.године ***(Михајловић, 1992).***

Промене метеоролошких параметара (који одређују временско стања) су посматране два дана пре почетка регистрације буре, када је почела бура и три дана док траје поремећај геомагнетског поља. За све назначене дане, у РХМЗС, урађена је класификација доминантних временских стања. На тај начин, успостављен је упоредни низ магнетских бура и одговарајућих временских стања. Овде је показано само неколико примера расподеле дневних вредности температуре ваздуха у Београду, у време регистрације интензивних магнетских бура.

На слици 1. приказане су средњедневне вредности температуре ваздуха у Београду и интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља, у време регистраціе интензивних магнетскх бура, на Опсерваторији Гроцка. Посебно су назначени дани (испрекидани квадрати) када су регистроване магнетске буре.

У расподели дневних вредности температуре ваздуха у Београду, у децембру 1980. године, у периоду пре регистрације магнетске буре, доминира тренд нижих температура. У време када је регистрован период поремећене геомагнетске активности (од 18-25. децембра 1980.), забележене су високе дневне вредности температуре ваздуха, у односу на сезонску (зимску) расподелу температуре. На слици, те области у расподели температуре ваздуха су означене квадратићем.

У данима када су регистроване минималне дневне вредности интензитета геомагнетског поља (хоризонтална компонента геомагнетског поља), тада су у децембру забележене максималне дневне вредности температуре ваздуха.

Испитивања показују да су, у време регистрације интензивних магнетских бура, забележене промене соларно-геомагнетске активности, које су праћене променама расподеле дневних вредности температуре ваздуха у Београду за наведене месеце. Може се рећи да долази до нарушавања сезонске расподеле дневних вредности температуре ваздуха у оним данима када је регистрована интензивна магнетска бура. Тако да су дневне вредности температуре ваздуха у децембру месецу биле повишене, а у јулу месецу дневне вредности температуре ваздуха су у време буре биле знатно ниже од оних које важе за сезону лета.

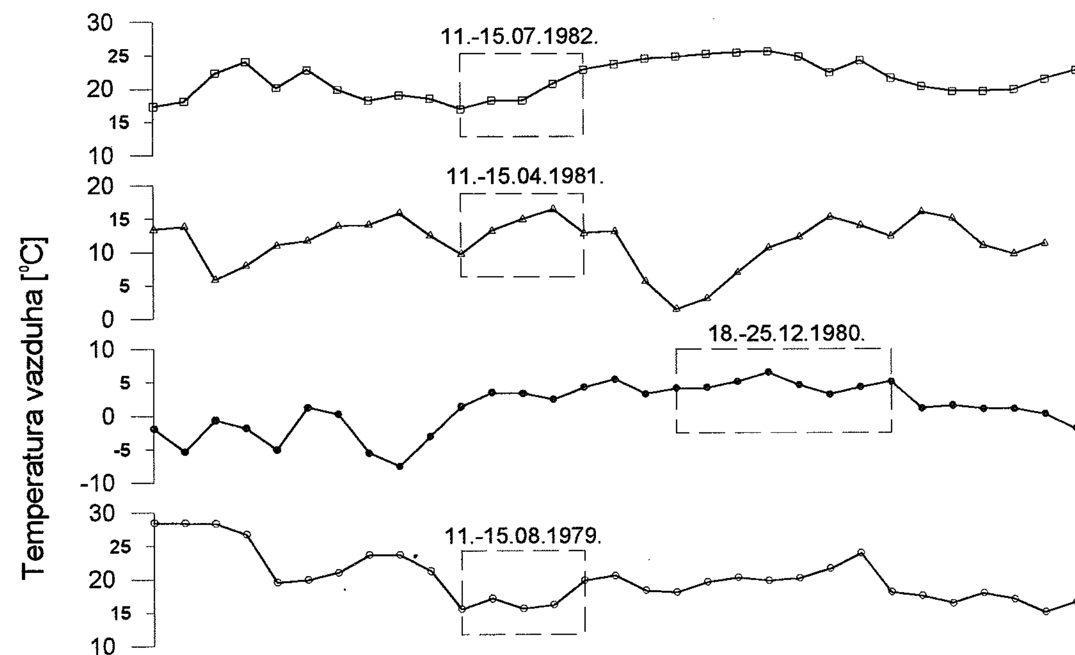
Утицаји промена индекса соларногеомагнетске активности на структуру промене температуре ваздуха у Београду, могу се потражити и на нивоу часовних вредности.

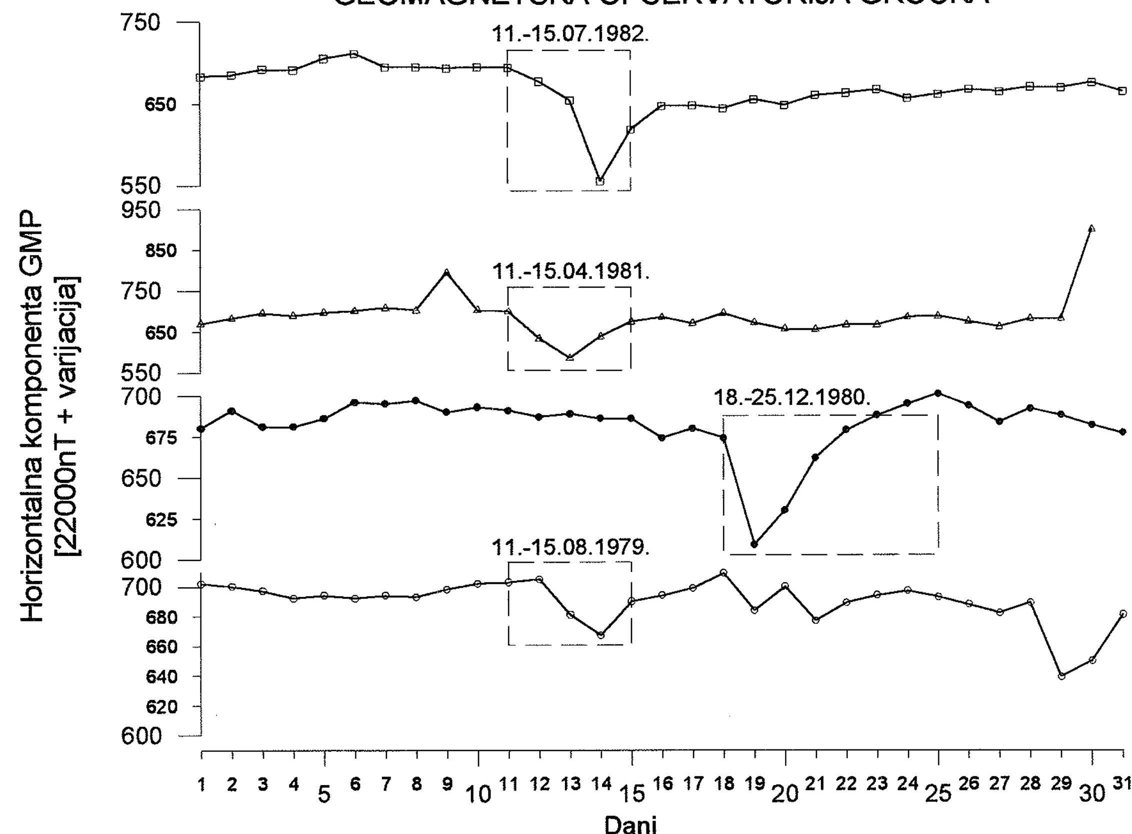
На слици 2. приказана је расподела часовних вредности промена интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља на Опсерваторији Гроцка и температуре ваздуха у Београду, у време интензивне магнетске буре, регистроване у 09 35 UT 11. јула и 16 17 UT 13. јула 1982. године и магнетске буре регистроване у 04 55 UT 19. децембра 1980. године.

То је варијација геомагнетског поља која је представљена средње часовним вредностима хоризонталне компоненте

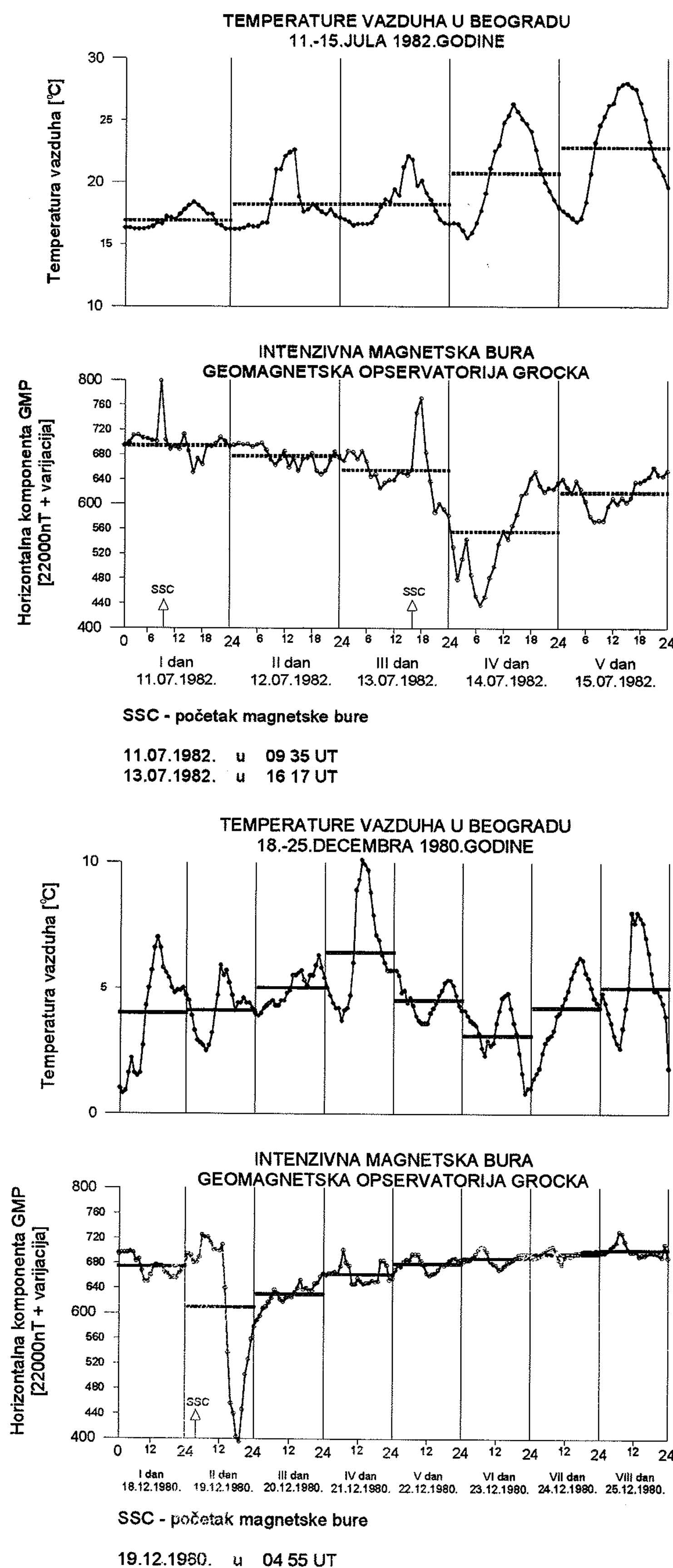
У морфологији D_{ST} варијације геомагнетског поља, доминира "депресија", снижење интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља. Тада је утицај кружних струјних система из магнетосфере и јоносферских струјних токова на магнетско поље Земље највећи. Тада се мењају односи у магнетском пољу Земље. Енергија соларно-геофизичких процеса у магнетосфери, јоносфери и геомагнетском пољу "делује" на сложене механизме

кретања, на електрични потенцијал атмосфере, утичући на "равнотежу" горњих слојева атмосфере.





Слика 1. Средњедневне вредности температуре ваздуха и хоризонталне компоненте геомагнетског поља, у месецима када су регистроване интензивне магнетске буре



Слика 2. Расподела часовних вредности промена интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља и часовних вредности температуре ваздуха, у време интензивних магнетских бура

У овој анализи расподеле средње часовних вредности интензитета геомагнетског поља, у време регистрације магнетске буре, користи се D_{ST} варијација.

Промене температуре ваздуха, као метеоролошког параметра, у време интензивних геомагнетских поремећаја, указују на могућу повезаност између ових појава. Пример регистрације две јулске магнетске буре то показује. Управо је у данима када је регистрована магнетска бура нарушена структура расподеле часовних вредности температуре ваздуха, која важи за ту сезону. У тим данима (11. и 13. јул 1982.) температуре у дневним интервалима су ниже од просечних у односу на дане који су претходили геомагнетском поремећају. У ноћном интервалу који прати депресију интензитета хоризонталне компоненте (од 04 до 08 UT 14. јула 1982.), забележене су ниске часовне вредности температуре ваздуха у Београду. Оваква расподела вредности температуре ваздуха у Београду, у време јулске магнетске буре, праћена је нарушавањем расподеле падавина и интервала осунчавања у том месецу и сезони.

У време регистрације магнетске буре 19. децембра 1980. године забележено је повећање часовних вредности температуре ваздуха у односу на сезонску вредност температуре ваздуха у тој години, у околини Београда (слика 2.). У дане регистрације интензивне магнетске буре (19.-25. децембар 1980. године) регистровано је повећање броја сунчаних интервала.

Очигледно је да приказана расподела часовних вредности температуре ваздуха, у време ове интензивне магнетске буре, додатно описује настало временско сатње.

3. ИНТЕНЗИВНЕ МАГНЕТСКЕ БУРЕ, ЈОНОСФЕРСКИ ПОРЕМЕЋАЈИ И СТРУКТУРА АТМОСФЕРЕ

На Јоносферској станици Гроцка, испитиване су карактеристике јоносферских поремећаја, у периоду од 1964.-1976. године ***(Цандер, 1984)***, за различите класе магнетских бура. У време регистрације интензивних магнетских бура, основне карактеристике јоносферских поремећаја су екстремно високе промене електронске густине (N_mF2) по амплитуди и у времену. То указује да су у различитим локалним временима ефекти оваквих бура битно различити. По престанку формирања осцилаторне фазе, у јоносферским поремећајима, формира се фактор позитивних вредности електронске густине у јутарњим сатима, раним подневним и вечерњим сатима и сектора негативних вредности параметара $\mathbf{N_mF2}$, у поподневним и ноћним сатима ***(Цандер, 1984.)***.

На Геомагнетској опсерваторији Гроцка, регистроване су две врло интензивне и карактеристичне магнетске буре: једна је почела 06. фебруара 1986. године, у 13 12 UT, а друга 13. марта 1989. године, у 01 27 UT. На примеру ове две интензивне магнетске буре, биће описана морфологија регистрованих јоносферских поремећаја и биће интерпретирани сложени односи између промена вредности критичне фреквенције јоносферског слоја **F2** ($\mathbf{f_oF2}$) и регистроване микроструктуре варијација геомагнетског поља, у време поменутих бура, на опсерваторијама у појасу средњих геомагнетских ширина.

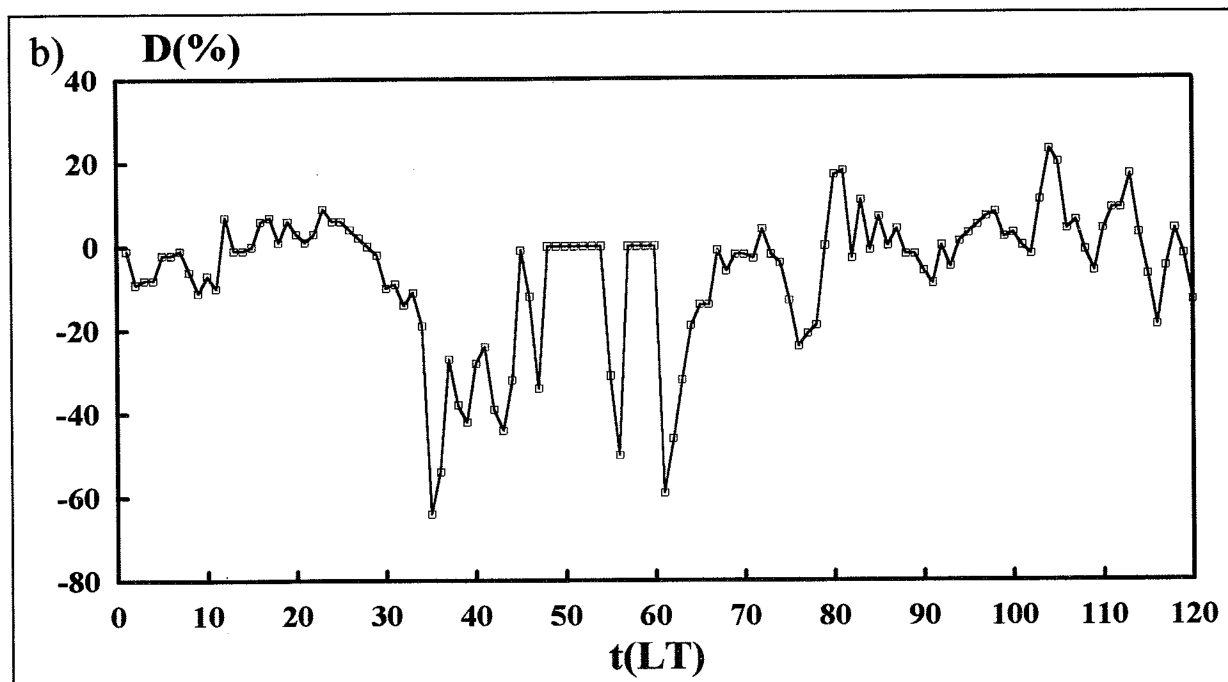
На слици 3.а, и 3.б, приказане су промене и одступања вредности критичне фреквенције, док је трајала мартовска магнетска бура (од 13 до 16. марта 1989. године). Одговарајуће вредности медијана, које су коришћене у анализи, приказују услове непоремећене јоносфере.

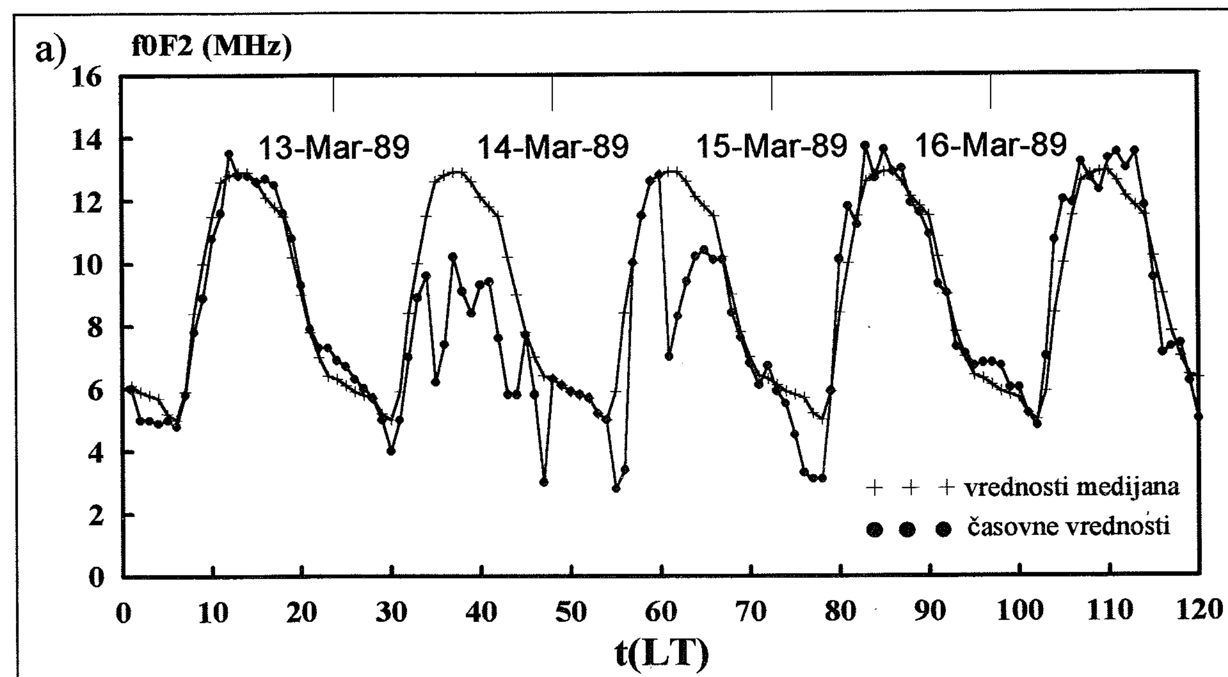
У дану који претходи магнетској бури (12. март 1989. године), регистровано је веома мало одступање часовних вредности критичне фреквенције $\mathbf{f_oF2}$ од месечних вредности медијана, па се може рећи да је тога дана била непоремећена јоносфера. Међутим, већ 13. марта 1989. године, када је регистрована интензивна магнетска бура, нарушена је мирна, регуларна структура јоносфере. Регистрован је интензиван негативни јоносферски поремећај (сл. 3.а). Одступање часовних вредности критичне фреквенције $\mathbf{f_oF2}$ од месечних вредности медијана иде до 50% (сл. 3.б). Развој негативног јоносферског поремећаја траје и 14. марта 1989. године. Тада је регистрована главна фаза магнетске буре. Ниво сметњи у јоносфери је повећан до те мере да, у интервалу од 00-05 LT сати, нема регистрације часовних вредности, а у интервалу 06-07 LT регистровано је одступање вредности критичне фреквенције $\mathbf{f_oF2}$ од вредности медијана за -60% (сл. 3.б).

Апериодична варијација геомагнетског поља $\mathbf{D_{st}}$, која је регистрована у време мартовске магнетске буре, на опсерваторијама средњих геомагнетских ширина, је типична варијација у класи ових варијација. Одмах након веома кратке почетне фазе, бива успостављена линија смањивања интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља (максимална

амплитуда промена интензитета **H** компоненте износи око **480 nT**). Оваква интензивна и динамична варијација геомагнетског поља, може да се повеже са структуром негативног јоносферског поремећаја.

Описаном моделу магнетосферско - јоносферских процеса и интеракција, може се додати и модел микроструктуре варијација геомагнетског поља, регистрованих у интензивним бурама, на опсерваторијама у појасу средњих геомагнетских ширина ***(Михајловић, 1996.).***





Слика 3. Промене вредности критичне фреквенције f_0F2 у време мартовске магнетске буре (12.-16.03.1989.)
а) варијације f_0F2 у време мартовске магнетске буре
б) одступања часовних вредности f_0F2 од вредности медијана у време мартовске магнетске буре

Почетна фаза буре, амплитуде и периоде краткопериодичних варијација, регистрованих у њој, одређене су упадом (наиласком) сунчевог корпускуларног флукса у магнетосферу. У зависности од хелиографских координата извора сунчевог корпускуларног зрачења, интензитета и трајања сунчевог корпускуларног флукса зависиће амплитуда регистрованог **SSC** импулса и трајање почетне фазе магнетске буре. У случају мартовске магнетске буре (од 13. марта 1989. године), краткотрајна почетна фаза и велика амплитуда **SSC** импулса, указују на интензивност и експлозивни карактер физичких процеса, који су се десили у магнетосферско-јоносферским областима. Све то је утицало на регистрацију веома интензивног негативног јоносферског пормећаја.

Микроструктура варијација, регистрованих у главној фази ових интензивних бура, указује на постојање дугопериодичних варијација, на које се суперпонирају краткопериодичне варијације геомагнетског поља. Управо се промене спектра дугопериодичних варијација, или промене апериодичне поремећене варијације геомагнетског поља $\mathbf{D_{st}}$, могу довести у везу са структуром промена критичне фреквенције слоја **F2** ($\mathbf{f_oF2}$), у јоносферском поремећају. На примеру магнетске буре од 13. марта 1989. године, показано је да у интервалу регистрације максималне промене интензитета хоризонталне компоненте поља (депресије интензитета **H**), биле су регистроване екстремно ниске вредности параметара $\mathbf{f_oF2}$, у време трајања негативног јоносферског поремећаја.

Дани када су забележени температурни скокови су дани када је регистрована фаза смиривања интензивних магнетских бура. Према моделу микроструктуре варијација геомагнетског поља, регистрованих у интензивним магнетским бурама, на опсерваторијама средњих геомагнетских ширина, у главној фази и фази смиривања доминирају краткопериодичне варијације, са периодама 6-60 минута, које се могу довести у везу са сложеним променама електромагнетског поља Земље. У дане када су регистроване промене временских стања и температурни скокови, били су регистровани негативни јоносферски поремећаји, који су одредили потпуно поремећену јоносферу.

Сложени систем промена струјних кретања у магнетосфери и јоносфери, промена магнетског и електромагнетског поља Земље, се кроз простор и време преносе у атмосферске слојеве. Резултат тога је активирање једног динамичког механизма промена у атмосфери, означеног као електрични потенцијал атмосфере. Промене електричног потенцијала атмосфере, иниципране променама соларно - геофизичких параметара, могу бити извор промена динамичких карактеристика и структуре атмосфере.

4. ЗАКЉУЧАК

Досадашњи резултати упоредне анализе промена дневног хода и средњечасовних вредности температуре ваздуха у Београду, и промена соларно-геомагнетске активности на Опсерваторији Гроцка, показују да је однос између ових појава сложен. Очигледно је да промене соларно - геомагнетске активности, представљене у интензивним магнетским бурама, изазивају интерактивне процесе у свим слојевима Земље: од магнетосфере и јоносфере, до биосфере. Тада се "осећа" утицај кретања високоенергетских честица Сунчевог ветра кроз магнетосферу и јоносферу.

Кретања високоенергетских честица сунчевог ветра се преносе кроз магнетосферу и јоносферу, до високих слојева атмосфере. Нарушена расподела енергије у атмосфери, изазива промене електричног потенцијала атмосфере и динамичких процеса у њој. Познавање овог механизма било којег параметра, омогућава да се временско стање опише са много више детаља.

Резултати упоредне анализе дневних и часовних вредности температуре ваздуха у Београду, у данима када су регистроване интензивне магнетске буре на Опсерваторији Гроцка, показују важност праћења међусобних промена свих параметара који дефинишу временско стање.

Ако се промене наведених параметара прате на нивоу дневних вредности, онда регистрација интензивних магнетских бура и промене у соларно-геомагнетској активности могу послужити као индикатори, или најављивач промене временског стања.

Познавање и дефинисање депресије (најнижи ниво) интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља, у морфологији и структури D_{ST} варијације, је врло важан податак у испитивању динамике временских стања. На примерима интензивних магнетских бура, регистрованих на Опсерваторији Гроцка, показано је да после регистрације депресије у структури D_{ST} варијације геомагнетског поља, промене часовних вредности температуре ваздуха у Београду, прелазе из области

нарушених односа (великих одступања од средње месечне или средње сезонске вредности температуре) у тренд враћања на средњи ниво температура пре поремећаја.

ЛИТЕРАТУРА

Цандер Р.Љ.,1984:Морфолошка студија F области јоносфере и њена примена, докторска дисертација, ETF у Београду, Београд

Герман Л.Д.,Голдберг,Р.А.,1981: Солнце, пагода и климата. Гидрометеоиздат, Ленинград.

Иванова, И.Н.,1981.: Влиание солнечној активности и геомагнитних восмушченија на атмосферу. Метеорологија верхнеи атмосфери Земли, Гидрометеоиздат, Ленинград.

Казимировскиј,Е.С.,1976: Измерение дрејфов в Е и F областјах јоносфери и значение их дл'ја физики јоносфери, Физика Солари-Терестрис ,1,67,1976.

Миловановић Ж.,1991.: Сезонски циклус јоносфере, атмосфере и геомагнетске активности.Електротехника, Но.40.5-6,пп.400-404.

Михајловић,Ј.С. ет.ал.,1992.:Веза између интензивних магнетских бура и временских фаза;XXXVI Конференција ЕТАНа VI-VII свеска; 351-358 стр.,Београд.

Михајловић, Ј.С. 1996.: Морфологија геомагнетских бура регистрованих на опсерваторијама Југоисточне Европе, докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет, Београд, 1-106, Београд.0

МЕТЕОРОЛОШКА АКТИВНОСТ У ЗДРАВСТВЕНОЈ ЗАШТИТИ ЧОВЕКА

Др Драгомир М. Ђукановић, дипл. мет.
11080 Земун, Данила Медаковића 4/6

Abstract

The meteorological activity, as a mean of the protection of human health, contributes to the better understanding of the phenomena of human body's sensitivity on weather and climate changes. Physiological and pathological occurrences caused by meteorological and meteorotropizm influences are subject of a current multidisciplinary research. These researches are practically oriented, directed to the prevention, prediction, medical-meteorological information gathering and climato-therapy. Current knowledge and experience of the researchers in our country shows a need for a specific research and study, as well as for a mutual cooperation among Meteorological Service of Serbia and medical institutions in Serbia.

Абстракт

Метеоролошка активност у здравственој заштити човека доприноси бољем разумевању феномена осетљивости људског организма на временске промене и климатске услове. Физиолошке и патогенетске појаве у домену метеорофизиологије и метеоротропизма представљају актуелну област мултидисциплинарних истраживања, усмерених у правцу практичног коришћења, како у превентивним, прогностичким, медицинско-метеоролошким информацијама, тако и у климатотерапији. Досадашња сазнања и искуства у нашој земљи упућују на закључке о потреби одређених програмских опредељења за будући студијски рад и сарадњу Метеоролошке службе Србије и медицинских институција.

1. Увод

Данашња сазнања, која вуку корене још из Хипократовог времена, су да време и клима утичу на здравље људи у позитивном или негативном смислу, у зависности од утицаја средине у којој се одвија живот човека, природног прилагођавања организма, психофизичког и здравственог стања, година старости, делатности којом се човек бави и многих других фактора. Отуда и критеријуми за дефинисање повољних и неповољних временских ситуација и климатских услова за човека нису у потпуности дефинисани и јединствени, те представљају и даље актуелну област научног истраживања.

Док време сматрамо као сложени појам физичког стања атмосфере у виду синергизма појединих метеоролошких елемената у одређеном тренутку или периоду, климу сматрамо репрезентативним типом временских збивања на одређеном по-

другчију, која зависе од функције метеоролошких елемената, физичкогео-графских услова и начина реаговања организма човека.

Имајући у виду тему о метеоролошкој активности у здравственој заштити човека, односно о хуманој биометеорологији са аспекта медицинске метеорологије и климатологије, ово излагање је прилагођено интересовању више корисника датих информација, који се налазе и изван медицинских и метеоролошких кругова. Ова сазнања и информације су са медицинскофизиолошким објашњењима о реакцијама човека на временске промене и климатске услове. С друге стране, цивилизацијски научнотехнолошки развој је омогућио да регистровања и објашњења физичких и других процеса у атмосфери помогну бољем разумевању феномена човекове осетљивости на промене у средини у којој се одвија његов живот.
Поред неких општих објашњења о овим феноменима, претходно ће се набројати и укратко описати сингуларни и сложени биометеоролошки елементи и атмосферски процеси, који су од значаја у медицинској метеорологији и климатологији и са едукативног гледишта.

Објашњења о метеорофизиологији и метеоротропизму обухватиће указивања на њихову везу са динамичким атмосферским процесима, који се одвијају на нашем географско-климатском подручју. Досадашња истраживања и искуства мултидисциплинарног карактера допринеће про-ширењу и изоштравању потребних критеријума, како у разради методологије практичног коришћења у превентивним медицинско-метеоролошким информацијама, тако и у климато-терапији.

Део излагања о климатизму и климатотерапији пружа сазнања о сложеном утицају климатских и микроклиматских услова на здрав и болестан људски организам, коришћењем резултата одговарајућих медицинско-климатолошких истраживања у природним лечилиштима.

Завршни део овог рада обухвата нека програмска размишљања, на основу досадашњих сазнања о метеоролошкој активности у здравственој заштити човека у нашој земљи.

2. Феномени човекове осетљивости на временске промене иклиматске услове

Познато је да при јачим променама у атмосфери долази до изражаја мања или већа осетљивост човековог организма на сунчево зрачење, ваздушни притисак, температуру и влажност ваздуха, на ветар, на нагомилавање електромагнетских набоја у облацима, на падавине, маглу и др.

Тако, стабилно временско стање, са дужим осунчавањем и зрачењем сунца, са високим атмосферским притиском и температуром ваздуха, са ниским процентом релативне влажности ваздуха и при тихом времену без падавина, одражава се на стабилност стања човековог организма. Кардиоваскуларни апарат интервенише повећа-ном фреквенцијом рада срца и његовог минутног волумена, а смањењем артеријског притиска, сагоревања кисеоника и промена базалног метаболизма, уз дејство ултравиолентног зрачења на кожу, са стварањем, из провитамина, витамина Д.

Међутим, појавом захлађења са падом ваздушног притиска, облачношћу, падавинама и ветром, долази до појаве сужења капилара и повећања крвног притиска, повећања електромагнетног набоја, прехлада, са боловима у мишићима, кијавицом и лаким кашљем.

Електромагнетни таласи и гомилање позитивних јона доводе до згрушавања крви и изазивају надражај и у великом проценту случајева раздражљивост, наглим излучи-вањем хормона серотонина. Уз то се код особа чије је здравље под утицајем метеоролошких фактора, још пре наступа захлађења, више часова, јавља и извесна психичка напетост, несаница, мигрена, несвестица, дрхтање руку, сметње у виду, мучнина, гађење или повраћање, отоци, болови у врату и мишићима, реуматски болови у зглобовима и старим ожиљцима, тешка алергијска стања, лупање срца, бол и стезање у пределу срца, губитак ваздуха, отежано дисање, астматички напади и улкусни болови.

У оваквим променама биометеоролошких ситуација реакција организма може се испољити излучивањем хормона штитасне жлезде, убрзаним пулсом, појачаним метаболизмом и другим неповољним манифестацијама код

адреналина, хистамина, натријума, калијума и др. Посебна опасност постоји од инфаркта миокарда, код ангине пекторис и код наглог скока хипертензије код болесника који се лече.

Као изузетно неповољан утицај промене временских фактора су нагли пад атмосферског притиска, испод 997 mb, затим када у року од 12 часова дође до наглих промена температуре и влажности ваздуха, када долази до погоршања стања психотичних болесника, напрасне смрти кардиоваскуларних болесника и повећања броја самоубистава и саобраћајних удеса (Ђекић, М., 1995).

У оквиру овог краћег осврта на метеоротропизам и стабилно временско стање у односу на феномене човекове осетљивости на временске промене и климатске услове, корисно је поменути јонску констелацију у ваздуху, као и дејство негативних јона на људски организам, ангажовањем адапционог и одбрамбеног система, који се јављају у шумама, око река и при атмосферском електричном пражњењу. Позитивни надражајни импулси из природе су неопходни човечијем мозгу, јер неприродан начин живота људи стално оптерећује вегетативни нервни систем.

Разматрање феномена човекове осетљи-вости на климатске услове, који се разликују од осетљивости при јачем степену апериодичних временских промена, подразумевају физиолошке процесе и реакције здравог и болесног људског организма приликом промена утицаја природних фактора спољне средине, које чине различити климати. Бројне индикације и контраиндикације климатских лечилишта са њиховом реактивном терапијом за поједина хронична обољења и реконвалесцентнорехабилитациона стања, указују на значај даљих медицинско-климатолошких истраживања у домену климатотерапије.

3. Биометеоролошки елементи и атмосферски процеси

Да би се боље разумели феномени човекове осетљивости на временске промене и климатске услове неопходно је, у основним цртама, навести поједине метеоролошке елементе и атмосферске процесе са њиховим сингуларним и сложеним утицајима на људски организам.

3.1 Биометеоролошки елементи

Метеоролошки елементи које можемо назвати биометеоролошким су: ваздушни притисак, сунчево зрачење, температура ваздуха, влажност ваздуха и неки сложени биометеоролошки елементи, струјање ваздуха и моћ охлађивања.

Ваздушни притисак

Сазнања о ваздушном притиску, као једном од најзначајнијих метеоролошких елемената у одређивању особине атмосфере и његове везе са процесима и последицама који се у њој непрекидно одвијају динамичког и термичког карактера, указују и на његове утицаје биометеоролошке природе, односно метеоротропне особине.
Иако се може говорити о непосредном утицају наглих и великих промена ваздушног притиска на људски организам, посебно на оболеле од кардиоваскуларних и респираторних болести, ипак треба имати на уму да се оне одвијају у склопу одговарајућих промена општих временских стања. Дакле, утицај ваздушног притиска на људски организам треба разматрати у сложеним околностима са обезбеђењем упоредних метеоролошких и медицинских истраживања.

Пример пада ваздушног притиска у Београду од 13-15. фебруара 1962. године, за 22,0 mb, на свега 966,2 mb, услед формирања секундарног циклона и продора хладног фронта са северозапада, указао је на метеоропатолошку ситуацију у односу на повећан број смртних случајева у односу на фебруар месец претходних 11 година. Међутим, ова иако знатна промена ваздушног притиска, указује да она, сама по себи, не би била јача корелативна вредност у овом случају, ако се има у виду да оваквој промени ваздушног притиска одговара његовој безначајној еквивалентној висинској промени. Овде су од много значајнији утицаја биле промене осталих метеоролошких елемената у сложеном дејству на људски организам, приликом продора хладног ваздуха са северозапада (Штрасер, Т., Анић, Б., 1963).

Сунчево зрачење

Познато је да је непосредно сунчево зрачење и дифузно зрачење из атмосфере, осим рефлектованог, које прима Земљина површина, комплексног карактера са селективним учинцима на телима где бива апсорбовано, према подручјима таласних дужина сунчевог спектра биоклиматског активног зрачења. Сунчева енергија не допире на Земљу у подједнакој количини, па је и деловање на људски организам различито. Ефекат њеног деловања зависи од спектралног састава, интензитета и трајања сунчевог зрачења.

Ултраљубичаста светлост у малим дозама делује стимулирајуће, у већим надражајно а затим токсично, што зависи од апсорпције и интензитета зрачења, тј. од дејствујуће квантне енергије на месту апсорпције, где прелази у топлотну енергију са хемијским учинцима. Позната је подела сунчевог спектра на видљиви и невидљиви део светлости, са осећајним утиском од ултраљубичастог до ултрацрвеног дела, а такође и основни закони који регулишу квалитетно и квантитативно количине енергије зрачења, директног сунчевог зрачења и дифузног зрачења атмосфере, у зависности од висине сунца изнад хоризонта, надморске висине, прозрачности ваздуха, количине водене паре у ваздуху и облачности.
Сунчево зрачење је од значаја за људски организам јер оно може деловати пријатно, нпр. на средњим географским ширинама у зимском периоду, а као веома корисно у борби против многих болести као код туберкулозе и извесних кожних обољења. Као корисно је запажено дејство ултраљубичастог зрачења при дифузној рефлексији сунчевог зрачног снопа код спречавања развоја рахитиса итд.

Многа планинска климатска лечилишта су веома добро позната по својој угодној клими, захваљујући, поред других фактора, интензитету сунчевог зрачења. Међутим, сунчево зрачење може бити и штетно по човечије здравље при прекомерном излагању тела директном, па и дифузном зрачењу, дејством ултраљубичастог зрачења, не производећи осећај топлоте на кожи, који се рефлектују и са водене површине, нарочито у јутарњим и вечерњим часовима. Значајна је и рефлексија ултраљубичастих зракова са снежног покривача, на високим планинама.

Корист излагања човечјег тела глобалном сунчевом зрачењу се огледа у измени функционалног стања организма - хемодинамици, морфологији крви, имунолошким показатељима, процесу размене материја и измене хистолошке слике коже (Leistner, W., 1956). Путем општих и локалних соларијума, уз дејство осталих метеоролошких фактора различитог интензитета, након аклиматизације човека на спољну средину, са постепеним растућим дозама излагања сунчевом зрачењу, долази се до оптималних мерљивих показатеља у хелио и климатотерапији. Коришћењем актинометријских мерења, уз познавање односа глобалног зрачења и ултраљубичастог зрачења, као и дужине осунчавања, добијају се неопходни претходни подаци о хелиотерапијским условима климатског лечилишта. Даља експериментална истраживања еритемних реакција у погледу процењивања биолошких доза ултраљубиастог зрачења на пацијентима су неодвојива од упоредних метеоролошких истраживања.

Значајно је сазнање дејства механизма регулисања биланса топлоте у људском организму, у односу на физиолошки топлотни промет изазван дејством сунчевог зрачења. Према Pfleiderer-u (1931.) на ширинама Средње Европе, на надморској висини од око 1500 м, тело одраслог човека прима код нормалног упада сунчевог зрачења 8.843 J min^1 до 13.145 J min^1, а код косог од 2.629 до 3.943 J min^1, што знатно премашује основни физиолошки и топлотни промет човека нормалне тежине (60 кг) у потпуно мирном и гладном стању (2.820 J min^1), па чак и при узимању хране или физичком раду (6.811 J min^1).

Овде се може поменути и **резултујућа температура** као комплексни бројни показатељ топлотног осећања човека у ваздушној средини, изложеног сунчевом зрачењу, када се у њему ствара додатно оптерећење топлоте, повисујући при томе за неколико пута нормалну производњу топлоте у организму. Истраживања су показала да се границе зоне комфора налазе између 16°C и 30°C резултујуће температуре (Анић, Б., 1969.).

Температура ваздуха

Температуру ваздуха можемо сматрати као сингуларни метеоролошки елемент који непосредно делује на човека са различитим физиолошким ефектом, у зависности од сложености процеса временских промена у окружујућем атмосферском ваздуху. Још пре више од 100 година W. Harrington (1894.) употребио је податке влажног термометра као меру тзв. **осећајне температуре**, коју је касније W. Kendrew (1949.) назвао **физиолошком температуром**, а која означава укупну садржину топлоте у ваздуху и објашњава њен физиолошки значај у поређењу са испаравањем са влажне коже човека.

Регулисање топлотног стања човековог тела се углавном постиже хемијским и физикалним процесима који су у непосредној вези не само са температуром околног ваздуха, већ зависе и од стања и утицаја више осталих метеоролошких и других елемената, као што су: струјање и влажност ваздуха, зрачење, испаравање и др.

Начелно, постоје три могућа случаја у односу температурног стања човечјег организма и атмосферског ваздуха са различитим усмерењима температурног градијента: 1) температура ваздуха је нижа од температуре организма, када долази до отпуштања топлоте организма према ваздуху зрачењем и спровођењем, као и конвекцијом; 2) температура ваздуха је виша од температуре организма са супротним усмерењем температурног градијента, и 3) температура ваздуха је једнака температури организма, када нема градијента. Ако организам не успе да одржи своју оптималну температуру, наступиће потхлађивање (хипотермија) или прегревање (хипертермија), са опасношћу по живот, иако су границе варијације доста широке, од 22,5°C, чак 18°C, до 43,5°C, са спуштањем за 15,0°C и 19,5°C и повећањем за 6,0°C од температуре тела од 37,5 °C.

Док се хемијским процесима ствара топлота, као нужни нуспродукт унутрашњим сагоревањем и метаболизмом, дотле се физикалним процесима регулише телесна топлота: издавањем топлоте зрачењем, спровођењем и конвекцијом; због издисања загрејаног ваздуха; излучивањем воде на површини тела и испаравањем и издавањем водене паре у издисаном ваздуху или излученим гасовима. Кретање организма као механички процес се последњим претварањем у топлоту повезује са хемијским процесима сагоревања.

Регулисање топлотног стања човековог тела излучивањем воде на његовој површини и испаравањем као и издавањем водене паре у издисаном ваздуху, зависи од температуре ваздуха и дефицита засићења воденом паром околног ваздуха, као и од брзине кретања ваздуха. Код охлађивања организма испод температурног оптимума може доћи до прехлађивања са смрзавањем и при температури околног ваздуха и изнад 0°C, уколико је дуже изложено неповољним условима, када долази до смањења циркулације крвотока и промене пролазног или хроничног карактера.

При облачном времену, када је температура ваздуха висока, ваздух засићен воденом паром, без струјања ваздуха, може наступити toplotni udar. Долази до прегрејавања целог тела са повишеном температуром крви и нагомилавања топлоте у телу, коју организам не може да ода.

Позната је и ***сунчаница*** која настаје директним деловањем сунчевог зрачења на главу и затиљак, нарочито за време јако топлих дана, при мирном ваздуху, високој релативној влажности, физичким напо-рима, нехигијенским одевањем, као и при обилној храни и употреби алкохола.

Особе које пате од срчаних обољења, астме, који имају бронхијалне и друге тегобе у време високих температура ваздуха не треба да излазе из станова, који се расхлађују, уз употребу већих количина мало осољених течности.

На планинама где је ваздух ређи, па према томе има мањи топлотни капацитет, хлађење је мање него у низији при иначе истим условима; на истој температури и при истом кретању ваздуха ово хлађење је на висини од 2.000 м за 30% мање него у низији, што погодује зимским спортовима у планинама (Радошевић, М., 1948.).

Влажност ваздуха и неки сложени биометеоролошки елементи

Пре излагања о деловању влажности ваздуха на људски организам, корисно је, укратко, навести основне елементе који карактеришу влажност ваздуха у биометеоролошким разматрањима и неке сложене биометеоролошке елементе, који у себи садрже и утицаје температуре ваздуха.
Иако за оцењивање влажности ваздуха, односно садржине водене паре у ваздуху служе парцијални притисак водене паре (е) и његова максимална вредност при истој одређеној темеператури ваздуха (Е), изражених у mb (hPa), апсолутна влажност ваздуха (q) и њена максимална количина (Q) у g/m^3 ваздуха, специфична влажност (s) у g/kg ваздуха, за biometeorologiju и medicinsku meteorologiju су од значаја **релативна влажност ваздуха** (U = e/E 100% и U = q/Q 100%) и **дефицит засићености** (D = E e), као сложени биометеоролошки елементи.

У домен биометеоролошких разматрања улазе и **физиолошка влажност** (e_f) која се изражава у процентима (Ramzin, S., 1953.) и дефинише изразом $e_f = e/E_{36,5}$ 100% у коме је $E_{36,5}$ максимални притисак водене паре при средњој температури људског организма, 64,63 mb (hPa) и е притисак водене паре, као и **физиолошки дефицит влажности** (D_f) који представља диференцију поменута два притиска $D_f = E_{36,5}$ e 1,333 hPa, а који служе као мерило количине одузете влаге организму од стране једног кубног метра ваздуха. У неким мерењима се користи и максимални притисак водене паре при температури ваздуха од 32,5 °C, као средња температура површине коже и средње температура издахнутог ваздуха код човека (Vouk, V., 1952.).

Климатска осетљивост је биометеоролошка величина у којој суделује температура и влажност ваздуха, тако да су по њој установљена три климатска осећања: угодно, спарно и влажно хладно. За утврђивање климатске осетљивости користи се dijagram LancasterCastensTrauner (Trauner, L., 1957.).

Ефективна температура у биометеоролошким смислу је одговарајућа вредност температуре ваздуха у непокретном и влагом незасићеном ваздуху, који даје пријатно осећање топлоте. Изражава се једним вишезначним комплексним бројем, који даје такав топлотни ефекат, као и непокретан ваздух при 100% релативне влажности. Нпр. ефективна температура од 17,8°C обухвата све комбинације од температуре ваздуха 17,8°C (уз релативну влажност ваздуха од 100%) па до 23,2°C (уз релативну влажност од 20%). Исти ефекат осећања топлоте (17,8°C) се постиже и при температури ваздуха од 28,6°C, релативној влажности ваздуха од 20%, али при брзини ветра од 2,0 m/s, чиме се може објаснити подношљивост високих температура ваздуха у пустињским крајевима (Анић, Б., 1969.)

Еквивалентна температура је пропорционална укупној топлотној енергији у одређеној запремини ваздуха, јер представља температуру влажног ваздуха коју би тај ваздух добио када би се у њему укупна водена пара кондензовала, а ослобођена топлота испаравања довела, при непромењеном притиску, преосталом сувом ваздуху. Еквивалентна температура се може сматрати и као климатски фактор и као мера за осећање топлоте и запаре са одговарајућом класификацијом (Вујевић, П., 1957.).

У групу комбинованих биометеоролошких елемената долази и **моћ сушења,** која показује колико воде издаје људски организам испаравањем у cm или mm, при одређеном атмосферском стању. За разлику од *геоклиматске, биоклиматска* или *антропоклиматска моћ сушења* се примењује за људски организам, узимајући у обзир стање при тишини или ветру, укључујући притисак водене паре при одређеној температури ваздуха, ваздушни притисак и површинску температуру коже (Вујевић, П., 1961.).

Деловање влажности ваздуха на људски организам, иако оно сигурно постоји, није још потпуно објашњено, изузев у екстремним случајевима веома смањеног или потпуно засићеног ваздуха воденом паром. Код нормалних и најчешћих стања влажности ваздуха недостају објашњења о деловањима на људски организам у детаљима, а нарочито кад се ради о краћим, ограниченим временским интервалима дејства.

Дефицит засићења ваздуха воденом паром је од велике важности за ефекат деловања влажног ваздуха на људски организам, јер утиче на издавање водене паре путем органа за

дисање и брзину испаравања воде у виду зноја на површини тела. Међутим, однос између дефицита засићености ваздуха воденом паром и функције *перспирације* (неприметног сталног процеса испаравања) је доста сложен, како су показала мерења, јер са порастом дефицита засићења ваздуха воденом паром, при једнакој температури ваздуха, није долазило до перспирације при релативној влажности ваздуха између 38% и 75%.

У погледу утицаја влажности ваздуха на људски организам може се поменути **спарина**, која представља осећај, који се лако развија у влажном и топлом ваздуху, са појачаним знојењем и непријатним осећањем. Међутим, у влажном и хладном ваздуху су и **назеби** чешћи него иначе, јер је тада веће одузимање топлоте људском организму, због овлажења коже, која тада постаје бољи топлоноша. При **магли** човечје тело има појачано осећање хладноће, јер се капи магле при додиру са кожом, која има вишу температуру од ваздуха, испаравају. Влажан ваздух је погодан за опстанак, ширење и умножавање разних микроорганизама, што утиче на ширење појединих инфективних болести.

С друге стране, сув ваздух уз ниске температуре ваздуха делује мање неугодно на органе за дисање него сув и топао ваздух, који не само што продубљује и смањује број удисаја, већ осетно исушује слузокожу носа и уста, изазивајући јак осећај жеђи. Ове разлике, у вези са физиолошким процесима и различитим утицајем хладноће и топлоте на слузокожу, су више познате од значаја влажности ваздуха за одржавање влажности слузокоже.

Влажност ваздуха има и индиректан хигијенски утицај, јер што је она мања јаче се исушује површина земље и предмети на њој, што омогућује лакше стварање прашине и ширење разних микроорганизама, нарочито оних отпорнијих.

При истој релативној влажности, са повишењем температуре ваздуха, појачава се излучивање водене паре путем плућа и коже. Испаравање тела се појачава и физичким радом и узимањем обилне хране. Знатно појачано излучивање водене паре из организма изазива, углавном, жеђ, сушење и пуцање коже и слузокоже. Иначе, ветар смањује испаравање тела јер снижава температуру тела спровођењем.

Спречено излучивање водене паре је од већег хигијенског значаја него појачано, јер је оно у вези са застојем и нагомилавањем топлоте у организму, које ствара неугодност и штетно утиче на здравствено стање. Код осетљивих људи се појављује главобоља, мука, светлуцање пред очима, па и несвестица, а при високим температурама ваздуха настаје и опасност по живот. Тако, неугодан осећај се осећа већ при температури ваздуха од 24 °C и релативној влажности ваздуха од 7080%. При нижим температурама ваздуха, испод 15°C влажност ваздуха појачава одавање топлоте из организма и то знатно више него код сувог ваздуха исте температуре. Утврђено је да се при повећању релативне влажности ваздуха за 12,5%, а при константној температури ваздуха, човек осећа као да је температура ваздуха нижа за 1°C. Међутим, висока релативна влажност ваздуха, при вишим температурама ваздуха, такође осетно појачава осећање топлоте.

Може се рећи да готово нема болести на које нагле промене температуре и влажности ваздуха не утичу. чак и здраве особе тада осећају малаксалост, физички и психички замор. Досадашња истраживања довела су до неких општих закључака:

– повећање влажности ваздуха, при наглој промени температуре ваздуха, доводи до смањења кисеоника у јединици запремине ваздуха и његовог притиска у спољној атмосфери, чиме се стварају неповољни услови за болесно срце и болесна плућа;

– велика топлота шири крвне капиларе у кожи ради регулисања телесне топлоте, што доводи до пада крвног притиска. Нагле промене хладног и топлог времена са сталним мењањем крвног притиска за особе са хипертензијом или ангином пекторис могу довести до наглог попуштања леве коморе срца, па и до напрасне смрти;
– лоше подношење нестабилног времена може бити и са појавом топлотног удара, при чему, услед прегрејавања тела, терморегулациони механизам, преко знојних жлезда,

престаје да функционише, када се јавља мучнина, повраћање и други познати симптоми, па чак и до изумирања ткива и смрти.

Струјање ваздуха

Струјање ваздуха ветар дејствује на људски организам непосредно, углавном на два начина:

1) Termičko dejstvo у виду повећања губитка телесне топлоте је тесно везано са стањем температуре и влажности ваздуха али са квантитативно специфичним учинком при тихом времену и при различитим брзинама ветра. Тако, нпр. код високих температура ваздуха и сасвим слабо струјање ваздуха делује угодно охлађујуће; при температури ваздуха између 0ºC и 5ºC код мирног ваздуха осећање је умерено хладно, а код лаганог ветра већ као врло хладно. Значајно је да се промене брзине код слабијих ветрова јаче осећају него код јачих ветрова. Из ових искустава уведене су посебне мерне јединице за оцене укупног учинка губитка топлоте, тзв. охлађивања, као и одговарајући мерни инструменти (Hillов кататермометар, фригориметар, фригориграф и др.).

2) Други начин деловања ваздуха у кретању на људски организам састоји се у mehaničkom nadra`aju, који се испољава у извесном притиску на површину тела, а који се може и мерити. Овај учинак деловања ветра на површину тела се повећава и тиме, што се јачина притиска услед сталних и наглих промена брзине ветра при адвекцији, конвекцији и турбуленцији стално мења.

Скупност свих термичких и механичких надражаја на површину тела, изазваних кретањем ваздуха, делују освежавајуће, али при дуготрајном дејству или при великом интензитету делују замарајуће, са разликама учинка, у зависности да ли је при томе организам у мирном стању или врши неку радњу. Замарајући утицај сталног деловања ветра, при извршавању неког рада, може се констатовати још дуго након престанка тог деловања. Код ниских температура ваздуха тај учинак може бити у таквој мери потенциран да може угрозити и сам опстанак организма.

Измена топлоте организма и околног ваздуха зависи директно од температуре ваздуха и брзине струјања ваздуха. При јачем ветру ствара се стална разлика у топлоти, која изазива непрекидан губитак топлоте, који се повећава само до извесне границе брзине ветра. Деловање јачих струјања ваздуха су, углавном, позната, али је мало познато да и врло слаба струјања, од 0,4 m/s до 0,5 m/s, па чак и од 0,18 m/s до 0,46 m/s могу да одузму организму знатне количине топлоте, а при ниској температури ваздуха могу да делују и врло неугодно.

Ако слабије струјање ваздуха у затвореној просторији, усмерено у једном правцу, расхлађујуће делује на ограничено место на површини коже долази до тзв. **промаје**. Да ли ће промаја изазвати назеб, и тиме повећати диспозицију према инфективним болестима, зависи од више фактора, као од разлике у температури ваздуха који струји и околног ваздуха, дужине трајања деловања, од индивидуалне реакције и здравственог стања организма и од тога да ли је тело загрејано или не, да ли је кожа и одело влажно и да ли човек мирује и да ли се креће.

Ветар одстрањује и влагу са површине коже, а тиме и топлоту, у зависности од влажности ваздуха и дефицита засићења. Микроклима испод одела, која је влажнотопла зими, са продирањем ветра омогућује расхлађивање тела и делује угодно при тешком физичком раду и при топлом одевању. Ово деловање ветра је нарочито угодно при преобилном стварању топлоте, као што је то обично лети. Ветар одстрањује влагу и топлоту са површине не само ознојеног тела, него и иначе, путем неприметног сталног процеса испаравања. Ветар делује и у смислу спречавања излучивања зноја, јер он углавном одузима организму топлоту, више спровођењем (конвекцијом) него испаравањем.

С обзиром на целокупност деловања, на организам неповољно делују два екстрема: врло топао и влажан ветар и врло хладан и сув ветар, док је повољнији топао и сув ветар са појачаним одавањем топлоте, него ли хладан и

влажан ветар са смањеним расхлађивањем организма.

Индиректан повољан хигијенски значај ветар има у одстрањивању различите нечистоће из ваздуха, као што су дим, чађ, SO_2, NH_3, CO и други шкодљиви састојци у приземном слоју ваздуха, са издашном вентилацијом насељених места. Међутим, неповољан хигијенски значај ветра се огледа у исушивању површине земље и стварању знатне количине прашине.

Моћ охлађивања

Моћ охлађивања је комплексна биометеоролошка величина са интегралним сједињавањем више основних метеоролошких елемената, који својим заједничким дејством утичу на хлађење слободно изложеног физичког или физиолошког тела (Ђукановић, Д., 1964., стр. 1). Охлађивање се може одређивати инструментално помоћу кататерометра, фригориметра и фригорифрафа, а такође и помоћу прорачунавања емпиријским једначинама Hilla и других аутора, на основу истовременог мерења појединих метеоролошких елемената.

Фригориграф Pfleiderrera и Büttnera, који је функционисао и у Институту за медицинску хидрологију и климатологију у Београду од 1958. до 1961. године, заснован је на физиолошким испитивањима у односу на особине мерног тела, прелажења топлоте провођењем и пренашањем у зависности од кривине површине и величине тела, способности коже за упијањем Сунчевих зракова и одавање топлоте у дуготаласном инфрацрвеном делу спектра.

Постоје биометеоролошке класификације постављене од стране више аутора са различитим степенима топлотног осећања, на основу величине охлађивања по Hilly и регистрацији фригориметра. H. Pfleiderer 1931. године поставља климатофизиолошку класификацију осећања на основу скале фригорифрафске температуре охлађивања.

Анализом трајања различитих вредности охлађивања по Hilly у Београду и проучених веза са фригорифрафском температуром дошло се до граничних вредности у класификацији охлађивања сувих и влажних површина (Ђукановић, Д., 1964., стр. 8387).

Охлађивање је због своје сложености важан индекс карактеризације биометеоролошких услова за класификацију климата, у проучавању физиолошких реакција, за потребе лечења, статистику болести и појаве епидемија, у хигијени рада код проблема собне климе и проветравања, у проучавању кожне температуре, код обољења зглобова, сметњи крвотока и размене материја у организму, затим код обнављања топлотне регулације организма и утицаја великих промена охлађивања на патологију човека.

Иако постоје и различита мишљења о истраживању појединих климатофизиолошких проблема у погледу сложености утицаја охлађивања према топлокрвном организму, у којима се даје већи значај одговарајућим краткотрајним животним приликама, охлађивање представља зна-чајну биометеоролошку вредност појединих локалитета и у климатотерапији уопште.

3.2. Атмосферски процеси

Сложено дејство биометеоролошких елемената на људски организам се одвија у различитим процесима расподеле енергије у трансформацијама атмосферских циркулационих система.

За медицинску метеорологију су од значаја различита временска стања у зависности од праваца ваздушног струјања, као и циклоналних, антициклоналних и прелазних временских стања (Радиновић, Ђ., 1978, стр. 83185).

Утицај атмосферских процеса са биотропним особинама су различити, те представљају актуелну област истраживања човекове осетљивости на временске промене и климатске услове. Овде ће се, под претпоставком претходног познавања карактеристике баричких атмосферских система, поменути да постоје и знатне разлике у ефектима њиховог утицаја на здравље људи, са више варијација. Тако нпр. антициклонална временска стања са претежно стабилним, сувим и тихим временом су са различитим утицајима на патолошке групације у летњем или зимском периоду. Лети је већи број случајева са повољнијим временским

стањима за све групације, него зими са хладним и сувим временом. Међутим, циклонална временска стања, са наглим променама времена и појавом атмосферских фронтова се карактеришу као знатно неповољнија за све групације патолошких оболења. Временска стања са различитим положајима фронтова дају такође одређене међузависности атмосферских промена и појединих патолошких стања.

Диференцијација и класификација временских стања омогућује, на основу анализе синоптичких временских ситуација, њихову идентификацију и проналажење корелативних веза са појединим групама обољења.

4. Метеорофизиологија и метеоротропизам

Организам здраве особе поседује способност адаптације у чувању своје здравствене стабилности путем хомеостатског механизма заштите од метеоролошких утицаја. Физиолошке реакције здравих особа на промене временских стања су у домену метеорофизиологије.

Међутим, физиолошко реаговање може прећи у патолошко, ако експозиција организма буде продужена или интензитет дејства метеоролошких фактора буде енормно повећан. Тада настају ненормалне појаве у организму различитих интензитета, које припадају метеоропатологији.
Метеоротропни утицаји су, према томе, они који могу изазвати физиолошке или патогенетске појаве код човека. **Метеоротропизам**, као осетљивост човека на неповољна временска збивања, може бити *продромалан,* са наступом пре промене времена изазивајући предосетљивост или *синхронизован* са проласком промене времена и манифестацијама преосетљивости.

Метеоротропизам изазивају редовно само они метеоролошки елементи који се јављају у јачем степену апериодично, јер у њиховим нормалним променама постоји довољна способност физиолошке адаптације, осим код извесних болесних стања.
Метеоротропизам делује код промене сложених метеоротропних временских ситуација, када сингуларни метеоролошки елементи (атмосферски притисак, температура и влажност ваздуха, ветар) имају биотропна својства, када при појави метеоролошких фронтова, динамичких промена, зрачења и др. у екстремним вредностима прелазе физиолошки оптимум регулационог механизма, или ако захвате извесна патолошка збивања. То не значи да се сингуларни метеоролошки елементи не могу користити у медицинскометеоролошким истраживањима.

Метеоротропно дејство на човека се састоји у томе да одређена, комплексна, промена временских стања може пореметити физикалнохемијску равнотежу човечијег тела, јер је, углавном, подређено законима из физиологије надражаја.

У погледу узрока и механизма деловања метеоротропизма постоје подељена ми-шљења, али постоји сагласност у томе да је значај и улога вегетативног нервног система доминирајућа.

Иначе, методе доказивања метеоротропизма или патолошких стања, код којих је утврђен утицај времена као негативан, провоцирајући или интензивирајући фактор, су статистичке компарације на релацији време болест и физиолошки експерименти (Trauner, L., 1957.). Моделне реакције на анорганском материјалу могу послужити за извесна биоклиматска истраживања (фригориграф и др.).

Од важности су они биометеоролошки елементи и њихови комплекси, који су биотропни, односно метеоротропни, дакле код којих је познат однос са животним збивањима код човека. Уопште узев, медицинар треба из метеоролошког дела истраживања разабрати биотропну функцију временских збивања и дедуцирати реакцију организма, како у погледу метеоролошких услова, тако и код дозирања климатотерапеутских фактора.

Код метеоротропних особа нужно је да се у критичним биотропним временским ситуацијама уздржавају од сваког оптерећења, па и у храни и пићу, јер јаче осцилације временских стања доводе до јаког оптерећења организма, путем нервног система, па су отуда рецидивима највише изложени болесници из групе изражених метеоротропних обољења.

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

Метеоротропизам је последњих година знатно порастао, тако да је већ преко 50% становништва њиме обухваћено. Ова појава је аналогна појму преморбидних стања и може довести до тешких органскопатолошких промена (Trauner, L., 1957.).

У последње време се поклања све већа пажња истраживањима корелационих односа временских промена и реакција људског организма, односно корелативности егзогених и ендогених фактора и биотропности процеса, са својом актуелношћу и тенденцијом пораста акутних патолошких стања у савременом начину живота.

Пре него што се наведу информације о најновијим медицинскометеоролошким истраживањима код нас, могу се поменути почеци, везани за ове радове на Медицинском факултету у Београду. Као први подухват активне сарадње, интердисциплинарног карактера, медицинара и метеоролога, објављен у нашим медицинским публикацијама, је анализа 116 случајева субглотичног ларингита, као алергичне манифестације, зависне о метеоролошким факторима, са несумњивом и потврђеном колерацијом са променом временских стања (Подвинец, С., Ђукановић, Д., 1959.б, стр. 3338).

У периоду од 14 месеци (јануар 1958. фебруар 1959. год.) медицинскометеоролошка истраживања у Београду, сарадњом Оториноларинголошке клинике и Института за медицинску хидрологију и климатологију, уз помоћ синоптичке службе Завода за метеорологију и хидрологију НР Србије, указала су да је само 13,8% случајева субглотичног ларингита забележено при постојању антициклоналног поља ваздушног притиска. Највећи број случајева је констатован при циклоналним временским ситуацијама, са различитим учестаностима, у зависности од положаја у фронталној расподели. Негативни електрични потенцијали при томе могу да буду етиолошки фактори јер делују на пулс, крвни притисак и минутни волумен срца.

Каснији објављени радови, који се могу сврстати у домен медицинске метеорологије обухватали су корелативне везе појединих обољења и промена временских стања, са различитим приступом, обрадом добијених података и начином интерпретације добијених резултата. Тако се могу поменути од 1963. године, најранији радови Т. Штрасера и Б. Анића па до новијих радова Р. КљаићВојиновић из 1981. године и докторске дисертације М. Ђекића из 1993. године и др. Било би од користи да се сачини југословенска медицинскометеоролошка библиографија.

Уопште узев, тако рећи да и нема обољења која у мањој или већој мери нису метеоротропна. Актуелизовано проучавање утицаја времена на здравље људи, везано за апериодичне надражаје, са могућностима утврђивања корелатиних веза и доношења одређених закључака о практичном коришћењу у домену медицинскометеоролошких прогноза издвојило је следећа метеоротропна обољења: исхемијска обољења срца ангина пекторис, акутни инфаркти миокарда, остала обољења срца поремећаји ритма и кардиомиопатије, артеријска хипертензија, цереброваскуларна обољења, акутне респираторне инфекције, бронхијална астма, реуматска обољења, улкус желудца и дуодема и психозе, укључујући и намерна тровања, повреде у саобраћају и напрасну смрт (Градски завод за хитну медицинску помоћ у Београду и Одељење примењене метеорологије Републичког ХМЗ СР Србије, 1988.).

У неким радовима на теме из медицинске метеорологије наводе се тзв. **сезонске болести,** које се могу разабрати из статистичких података у вези са периодицитетима у фреквенцији и временској дистрибуцији, што је у коинциденцији са сезонским карактеристикама метеоролошких промена (Дукић, М., Радиновић, Ђ., Вујичић, Р., 1970., стр. 7178). То су фотодерматозе (под утицајем директног дејства сунчевог зрачења), дисхидроза (летња кожна болест), конгелација (последица дејства хладноће), хипертермија одојчади у летњим месецима, инфективне болести, алергијска обољења, улкусне болести желудца и дванаестопалачног црева у пролеће и јесен, појава и реактивирање психотичких стања у пролеће и јесен, обољења респираторних путева у пролеће и јесен, пролећни леталитет туберкулозних болесника, пролећна авитаминоза. Код сезонских болести не постоји зависност само од метеоролошких

услова, већ и од географског положаја, од стамбених и прехрамбених услова, од имунизације и диспозиције и других фактора.

Од значаја за медицинску метеорологију у нашој земљи је мултидисциплинарна монографска студија **Утицај времена на здравље људи**, напред поменутих институција (Београд, 1988.)

Аутори су метеоротропизам и биотропне временске ситуације, са неповољним временским факторима, као предметом изучавања метеоропатологије, са загађеношћу атмосфере, третирали уз примену сложеног поступка за одређивање колерационих односа у комплексним временским збивањима.

Тако се, у домену егзогених колерационих фактора сложених метеоротропних утицаја, од проналажења односа појединих метеоролошких параметара и промена у организму, дошло до изучавања сложених биотропних ситуација. Коришћена је биокласификација различитих временских стања са поделом на 20 временских типова одређених карактеристика у односу на антициклоналне и циклоналне ситуације са проласком фронтова, смиривањем времена, сувим, топлим и влажним временом, са инверзијом температуре ваздуха и са маглом преко целог дана.

Захваљујући оперативности обе ангажоване службе, са регистрацијама промењљивих метеоролошких фактора и учестаности 13 специфичних патолошких стања, обрађени су подаци дневних промена временских типова и дневних структура збрињавања пацијената за период осматрања 19821986. године. Из ових истраживања, како тврде аутори, може се говорити о узрочнопоследичној вези између временских утицаја и одређених обољења, тј. о метеоротропизму и метеоропатијама. Због комплексности и природе обрађеног опсервационог материјала је отежано извлачење неких општих закључака али се за поједина обољења дошло до приказа односа са неповољним и повољним временским фазама и временских периодичности, изражених у данима.

Финализација ових истраживања обухвата издвајање и класификацију биотропних ситуација, односно синоптичких временских ситуација, које индукују метеоротропна обољења. Студија утицаја специфичних стања атмосфере на метеоротропна стања или обољења омогућује добијање *биопрогноза*, које се користе у превенцији компликација низа хроничних обољења и њихових ургентних стања, а каталог метеоротропних реакција у основној здравственој заштити, са могућностима корекције терапије код особа у периоду адаптације (Ђекић, М., 1993.).

5. Климатизам и климатотерапија

Утицај природних фактора спољне средине на регулацију или промене извесних животних функција у телу човека у тесној су вези са биоклиматским условима. Проучавања повољности ових услова у смислу здравственорекреативних третмана људског организма у потенцијалним и постојећим природним лечилиштима, су неопходна.

Контролисаним излагањима човечијег организма утицају оних природних фактора, којим одређено подручје обилује, успешно се спроводи у лечењу појединих хроничних обољења и реконвалесцентнихрехабилитационих стања, као и код рекреације и релаксације организма. Ове активности претпостављају претходна познавања физичкогеографских и климатских услова ужег и ширег подручја лечилишног простора, са даљом разрадом методологије и примене одговарајуће контролисане и дозиране терапије, према врсти обољења пацијената.

Климатска места и лечилишта треба да пружају одређене предности својим **климатом**, који представља скуп географских и атмосферских услова, којим је подложно једно место. **Климатизам** обухвата збир питања која се односе на медицинско проучавање климата и њихово терапијско коришћење у превентивном или терапијском погледу (Тасић, В., 1949., стр. 5160).
Испитивања лековитог утицаја климе на извесна болесна стања и њихове примене у пракси (климатопатологија и климатотерапија), обухватају и физиолошке процесе и реакције организма на временске промене и климатске услове код просечно здравих људи (метеорофизиологија). Иначе, лековита клима у природним лечилиштима се дефинише као

динамичка равнотежа биометеоролошких елемената унутар оптималних граница, при чему се сматра да је климатско лечење *реактивна терапија* са регулативним надражајем организма на нормализацију животних функција, превентивно, куративно и рехабилитационо.
Медицинскометеоролошка испитивања у природним лечилиштима, са метеоролошке стране обухватају периодицитет атмосферских ситуација, међусобни однос свих биометеоролошких елемената, електрично поље и јонизацију ваздуха, аеросоле и др., географски положај и експозицију проучаваног терена, а са медицинске стране реакције организма болесника, врсте и фазе болести, трајање и начин лечења, као и уређаје који служе коришћењу лековитости климе.

Савремени живот човека је претерано регулисан, углавном једноличан и аутоматизован, са успостављањем једне врсте условног рефлекса, који укида инстинктивне тежње човека и смањује активност његових виших психичких центара, са дубоким променама у многим функцијама човековог организма.

Медицинска метеорологија и климатологија у својим проучавањима указују да промена климатских услова делује на човечји организам као повољни, насилно извршени утицај спољних чинилаца и тиме изазива код човека активну одбрану, помоћу реакције прилагођавања промета материја и усклађивања функције нервног система. На тај начин се објашњавају измене у функцији жлезда са унутрашњим лучењем, хипофизе и одржавања равнотеже нервног система.

Утицај и ефекти једног климата на здрав и болестан организам су врло сложени и зависе не само од физичких фактора (биометеоролошки елементи), него и од хемијских, биолошких и психичких. Ова сложеност се посебно манифестује у оценама да ли је један климат *стимулативан* или *седативан*, јер код микроклимата, са карактеристикама ограниченог простора, постоје *константни* елементи (географски положај, геолошка природа, конфигурација терена и др.) и *променљиви* елементи, међу којима су на првом месту метеоролошкоклиматолошки услови, који указују на релативан појам микроклимата. У вези са овим се подразумева неопходност континуираних медицинскометеоролошких опсервација у природним лечилиштима, са стандардним и специ-фичним мерним инструментаријом.

Варијације свих сингуларних и сложених биометеоролошких елемената, са статистиком њихових просечних и екстремних вредности, међудневних промењљивости и учестаности различитих интервала повољних и неповољних вредности, кори-шћењем постојећих медицинскоклиматолошких класификација, представљају област истраживања у домену захтева климатотерапије, при одређивању временског, ограниченог дозирања метеокомплекса.

Упоредна медицинска и метеоролошка истраживања при различитим временским ситуацијама, употребом медицинских **метеорограма** (Ђукановић, Д.,1959.) омогу-ћују одређивање вероватноће појаве погодних часова подстицајним утицајима климатских фактора у категоризацији природних лечилишта са типизацијом на благо надражајне и надражајне реакције организма човека, усмерених на индикације у климатотерапији (Trauner, L., 1957.).

Климатска места и лечилишта могу бити на различитим надморским висинама, у низинама или на приморју, са својим специфичностима у односу на њихову изложеност, нагиб, вегетацију, положај у односу на сунчево зрачење и електронско јонско стање атмосфере, на правац ваздушног струјања и др.

Индикације климатских лечилишта су доста широке, што је у зависности да ли њихови климати припадају *висинској* (са преко 800 м и 1.000 м), *средње висинској* (од 400800 м) и *низинској* категорији места, укључујући и *приморје* (од 0200 м).

Тако, на пример, *висински климати* су индицирани млађим особама, слабим лимфатичним лицима (али не нервозним), предтуберкулозним стањима и ТБЦ костију и зглобова, анемији, хлорози, аденопатији, токсичној дисперзији, албуминурији, хроничним плућним болестима (без тежих компликација), емфизему, бронхиектазији и астми, извесним неурастеничним стањима и извесним ди-

јатезним дерматозама (уртикарије, екцем, пру-рит). Неки неурастеничари, преморени, плашљиви (фобије), реконвалесценти осећају се добро на висинама. Међутим, опште контраиндикације висинских климата су атероматоза, артериосклероза, све кардиопатије, болести јетре, бубрега и реуматичари, затим нервозни болесници наклоњени крварењу.

Индикације *климата на средњим висинама* (од 400800 м) одговарају већем броју болесника; њихово дејство је исто тако снажно, али више седативно; они више снаже него надражују и боље се подносе чак и код људи који пате од бронхија, бубрега, нерава и код старих особа.

Низинска климатска места (од 0200 м) су континентална или приморска. Њихова главна карактеристика је да делују врло благо и умирујуће, седативно. Индикације приморја су доста широке: општа стања наклоњена ТБЦ, премореност, скрофулоза, лимфатизам, хередитарне дистрофије, анемија, хлороза итд. или локална обољења као: трахеобронхијална аденопатија, велики кашаљ, стања после прележане болести плућа и бронхија, рахитис, артритизам, неурастенија, вегетативне дистоније и др. Као контраиндикације приморја су плућна туберкулоза, обољења очију и ушију.

5.1. Медицинскоклиматолошке класификације

За потребе проучавања климатских и микроклиматских карактеристика појединих климатских места и лечилишта, за планирање и израду здравственорекреативних објеката, користе се одговарајуће биоклиматолошке и медицинскоклиматолошке класификације, засноване на подацима сингуларних и сложених биометеоролошких елемената, добијених из упоредних претходних медицинскометеоролошких истраживања о утицају климатских услова на човечји организам.

Постоји већ одавно више климатских класификација, оријентисаних и на коришћење у биоклиматологији и медицинској климатологији, као што је V. Conrada (1929.) заснована на прорачунатим средњим месечним вредностима охлађивања по Hillовим једначинама и искуству о разним топлотним осећањима, која се у класама налазе од топлог, разнежавајућег, благо надражајног, јако надражајног до веома хладног осећања.

Проучавањем везе између фригориграфске температуре у Београду и охлађивања сувих и влажних површина по Hilly добијене су граничне вредности охлађивања са градацијом од осам класа, од топлог до веома хладног осећања (Букановић, Д., 1964., стр. 8687).

Позната је метода чубуковФјодорове класификације, која омогућује одређивање повољних и неповољних временских стања за човечји организам, поделом на 16 временских класа, разврстаних у 3 групе температурних периода у току године, са тежиштем на учестаности појединих временских стања (Анић, Б., 1969., стр. 4772).
Класификација K. Neergarda (1961. год.) за климатска места је увела појмове о надражајним и заштитним климатским факторима тростепеног обележја. Код првих су најважнији висинска и географска експозиција места, осунчавање и интензивно сунчево зрачење, а код других су заштита од јаких ветрова, умерена и уједначена моћ охлађивања и релативна временска стабилност. Могуће су и комбинације надражајних и заштитних фактора. О климатској терапији и њеном дозирању писали су многи биоклиматолози.

L. Trauner и J. Goldberg 1955. године су дали "Предлог климатске класификације лечилишта", којим су обухватили начин обраде климатских услова у ширем смислу, указујући на потребу анализе годишњих токова свих сингуларних и сложених биоклиматолошких елемената са њиховим трајањем, учестаности и међудневном променљивости.

W. Mörikofer je 1955. године указао на низ биометеоролошких елемената и потребу њихових комплетних анализа, како у сингуларном, тако и у комплексном дејству, укључујући и утицај надморске висине, експозиције и облика терена у односу на микроклиматске услове.

Вишегодишња упоредна биометеоролошка и медицинска истраживања у одређеним природним лечилиштима, укључујући и микроклиматска мерења, са разматрањем надражајних и заштитних климатских фактора, уз

коришћење разних класификационих критеријума представљају основу за одређивање, категоризацију, планирање, развој и експлоатацију климатских места и лечилишта.

5.2. Микроклиматска истраживања

Одавно је уочена потреба да се природна лечилишта бањска и климатска места, обухвате континуираним метеоролошкоклиматолошким истраживањима. У протеклим деценијама у свету се дошло до значајних резултата у односу на методологију опсервација и коришћења добијених резултата, у оквиру процењивања услова климатотерапије у природним лечилиштима.

С обзиром да постоје различити здравствени профили појединих природних лечилишта, са климатског и микроклиматског становишта се наметала потреба детаљног диференцирања појединих микроклимата, укључујући и испитивања здравственоклиматских корелација. Овај посао је трајног карактера те представља и даље предмет пажње климатолога и медицинара.

Стечена искуства медицинскоклиматолошких истраживања указала су и на неопходност увођења **микроклиматских проучавања**, која омогућују уочавања и одређивања разлика између појединих карактеристичних тачака у ужем и ширем лечилишном подручју.

Ове разлике се манифестују у величинама и променама биоклиматолошких елемената, као што је охлађивање сувих и влажних површина, са применом одговарајућих класификација биоклиматских осећања и реакција људског организма. Изведени закључци су од важности са аспекта различитости дејства изложености одређених пацијената стварним природним условима у карактеристичној животној средини проучаваног лечилишта.

У оквиру рада Института за медицинску хидрологију и климатологију из Београда организована су климатска и микроклиматска истраживања у лечилишту Игало, у августу 1957. године, са метеоролошким мерењима на пет карактеристичних локација, међусобно удаљених око 400 м, дуж Топлајског залива и то у пет одређених дневних термина, од 7 до 21 час по локалном времену (Букановић, Д., Ђурић, В., 1957.б, стр. 115; Букановић Д., 1959., стр. 117). Мерења су обухватила глобално сунчево зрачење и следеће метеоролошке елементе: температура ваздуха, физиолошка температура, притисак водене паре, релативна влажност, физиолошка влажност и физиолошки дефицит влажности, учестаност и брзина ваздушног струјања, као и моћ охлађивања помоћу кататермометра и једначина Hilla. Резултати мерења су обрађени у терминским, дневним, екстремним и међудневним вредностима са честинама појаве итд. Утврђене су микроклиматске разлике појединих локалитета, које су биле искористиве у даљим истраживањима лечилишта Игало о дејству климатских утицаја на боравак и лечење пацијената.

Аналогна микроклиматска испитивања обављена су и у Соко Бањи, августа 1959. године, на пет локација различитих карактеристика, са увођењем израде дневних медицинских **метеорограма** и публиковањем дневних билтена намењених пацијентима у овом бањскоклиматском лечилишту (Букановић, Д., 1959.а, стр 131).

Поред организовања микроклиматских истраживања у Игалу и Соко Бањи, треба поменути и касније радове: О хелиотерапијским условима у климатском лечилишту на планини Гоч (Анић, Б., 1967., стр. 157163), О дневном ходу међучасовне промене температуре и влажности ваздуха у Врњачкој бањи (Анић, Б., 1967.а, стр. 231242), и О одређивању времена ваздушних купки у климатотерапији (Анић, Б., 1970., стр. 6169).

5.3. Метеоролошкоклиматолошка ангажовања у природним лечилиштима Србије

У Србији се још од оснивања Медицинског факултета у Београдуч посвећивала одређена пажња питањима из домена медицинске метеорологије и климатологије, у прво време кроз научнонаставну активност у појединим медицинским дисциплинама интерне медицине, у склопу хидро и климатотерапије. Овде се могу поменути лечилишта Врњачка бања, Буковичка бања, Соко Бања и др., у којима је,

у већини, још крајем прошлог века, 1896. године, Милан Недељковић организовао метеоролошка мерења на климатолошким станицама (Ђукановић, Д., 1957., стр. 126).

Половином овог века је основан Институт за медицинску хидрологију и климатологију на Медицинском факултету у Београду. Поред балнеологије, 1954. године је организована и метеоролошкоклиматолошка служба у оквиру медицинскоклиматолошке активности, која је била у тесној вези са Заводом за метеорологију и хидрологију НР Србије, у коме су вршене и основне обраде опсервационе документације (Ђукановић, Д., 1956., стр. 6264). Основано је 20 климатолошких станица у природним лечилиштима Србије, које су имале и регистрирне инструменте, чиме је омогућено проучавање биоклиматолошких услова; увођена су биоклиматска и микроклиматска мерења, укључујући и регистрације фригориграфом, рађени су медицински метеорограми и више климатских студија и анализа природних лечилишта, учвршћена је веза између медицинских институција и метеоролошкопрогностичке службе Завода за метеорологију и хидрологију НР Србије, у циљу проучавања утицаја временских промена на поједина обољења и др. Такође је обављана настава из метеорологије и климатологије за студенте X семестра медицинских студија (Ђукановић, Д., 19551960., стр. 145).

6. О програму метеоролошке активности у здравственој заштити човека

У претходном излагању објашњен је значај медицинске метеорологије и климатологије у проучавању феномена човекове осетљивости на временске промене и климатске услове. Указано је на метеоротропизам и климатизам, као и на потребу мултидисциплинарног истраживања, уз метеоролошко ангажовање.

Досадашња искуства у свету и код нас упућују на потребу детаљнијег сагледавања и примене метеоролошких података у домену здравствене заштите, која обухватају следеће активности:

♦ Систематска мерења појединих метеоролошких елемената на ужем и ширем опсервираном подручју, укључујући праћење и анализу временских промена синоптичких ситуација и проучавање климатских и микроклиматских услова, уз добијање метеоролошкоклиматолошке документације, која је од значаја и у здравству;

♦ Упоредна праћења промена временских стања и промена у људском организму, са продубљавањем досадашњих сазнања о уоченим корелативним везама на релацији време клима човек, а посебно време болест.

♦ Студијска разматрања климатских и микроклиматских услова у појединим здравственорекреативним локалитетима природним лечилиштима и у свим подручјима где се укаже потреба за проучавањем дејства изложености одређених пацијената стварним природним условима животне средине човека;

♦ Метеоролошко - климатолошка истраживања за потребе пројектовања и експлоатације здравствених објеката, одређивање санитарнозаштитних зона у односу на еколошке захтеве и заштиту животне средине.

У разради и иновацији методологије медицинско - метеоролошких истраживања, посебно код превентивно - прогностичких информација, треба користити сву добијену и расположиву опсервациону документацију, у светлу најновијих сазнања, са коришћењем прикладних класификационих одређења појединих временских стања, неоптерећених обилном симболистиком ознака делова баричког поља и утицаја температуре и влажности ваздуха. Извлачењу резимеа из добијених односа неповољних и повољних временских стања и појава патолошких обољења треба прилазити обазриво, због бројности синоптичких временских ситуација и могућег неслагања са претходним описом појединих временских стања.

Требало би размишљати о даљем искључивом коришћењу средњег годишњег броја случајева појединих обољења као основи за одређивање односа неповољних и повољних временских фаза и патолошких стања. Оријентација на краће временске периоде, сезоне и месеце би била ближа реалнијим оценама утицаја временских промена на здравље људи у различитим годишњим добима.

Као методолошка основа за медицинскометеоролошке прогнозе времена треба да се успоставе упоредна, хронолошка регистровања временских стања (што се у синоптичкој служби РХМЗ већ чини) и појединих обољења (не само преко Завода за хитну медицинску помоћ). Из тако постављеног истраживања могуће је извлачити потребне закључке, како у домену општих односа на релацији време здравље, тако и код низа медицинскометеоролошких статистичких параметара у погледу вероватноће појаве одређених обољења у зависности од промене времена и др., а тиме и непосредног увођења у област медицинско - метеоролошких прогноза, првенствено у вези са превенцијом код најчешћих ургентних обољења, а и у осталим активностима којима се бави медицинска метеорологија.

Овако постављена истраживања могу се обављати у свим здравственим центрима, који се налазе у различитим климатским подручјима, што би омогућило добијање, не само обимнијег опсервационог материјала, него би указивало и на вероватне разлике у ефектима утицаја временских промена, везаних за развој процеса у атмосфери и конкретне истраживачке локације.
Медицинско-метеоролошко климатолошка истраживања у природним лечилиштима и здравственорекреативним локалитетима морају бити у саставу општих истраживања о дејству климатских утицаја на боравак и лечење, уз упоредно регистровање ефеката на релацији: пацијент климатски, односно микроклиматски услови.

Обим ових истраживања је у функцији задатака лечилишта, из чега произилазе конкретни захтеви за начин рада, врсту и обим опреме за реализацију ових истраживања. Избор савремене опреме био би усмерен на обезбеђење континуираних опсервација одређених биометеоролошких елемената из домена медицинске метеорологије, са увођењем одговарајућег информационог система. Тиме би се створила могућност регистрације актуелних метеоролошких стања и израде медицинских метеорограма у оквиру истраживања лечилишта. Увођењем наведеног информационог система, уз сарадњу са Републичким хидрометеоролошким заводом, била би омогућена идентификација климатских утицаја и њихових варијабилитета. Добијени резултати би били коришћени у стварању и примени одговарајуће методологије у предузимању одређених превентивних мера у лечењу и њиховој класификацији према стварним временским стањима.

7. Резиме

У здравственој заштити човека је значајна и метеоролошка активност, односно хумана биометеорологија, са аспекта медицинске метеорологије и климатологије. Она доприноси бољем разумевању феномена човекове осетљивости на временске промене и климатске услове у средини у којој се одвија његов живот.

Проучавање односа човекове осетљивости и реакције на физичке и друге динамичке процесе у атмосфери условљавају претходна упознавања сингуларних и сложених биометеоролошких елемената и атмосферских процеса. У вези са овим су физиолошке и патогенетске појаве у домену метеорофизиологије и метеоротропизма, који представљају актуелну област мултидисциплинарних истра-живања, усмерених у правцу практичног коришћења, како у превентивним, прогностичким, медицинско - метеоролошким информацјама, тако и у климатотерапији.

И код нас као и у свету, постигнути су и објављени значајни резултати у домену проучавања утицаја промене времена на здравље људи, било да се ради о утицајима сингуларних метеоролошких елемената или сложених биотропних временских ситуација, која индикују метеоротропна обољења. Коришћењем одговарајућих класификација специфичних временских стања и њихових утицаја на метеоротропна обољења дошло се до каталога метеоротропних реакција, који се могу користити и у основној превентивној здравственој заштити код низа хроничних обољења и њихових ургентних стања.

Климатизам и климатотерапија су такође у домену вишегодишње метеоролошкоклиматолошке активности, посебно у природним климатским лечилиштима, са истраживањима климатских и микроклиматских утицаја на здрав и болестан људски организам.

Актуелност метеоролошке активности у здравственој заштити у нашој земљи

условљава, поред претходних сазнања из досадашњих ангажовања, и одређена програмска опредељења. Она обухватају потребу даљег систематског студијског рада и сарадње метеоролошке службе Србије и медицинских институција:

♦ Рад на медицинско - метеоролошким прогнозама у односу на ургентна обољења, са одговарајућим критичким односом у погледу примене потребних класификација временских стања и вероватноће њихових појава;

♦ Медицинско - метеоролошка истраживања у природним лечилиштима, у оквиру проучавања климато-терапеутских услова, укључујући пројектовање и експлоатацију здравствених објеката и одређивање санитарнозаштитних зона у односу на еколошке захтеве и заштиту животне средине.

8. Литература

Анић, Б., 1964: Методи фригориметријских мерења у биоклиматологији, *Лист ХМС Југославије, бр. 3.*

Анић, Б., 1967: Хелиотерапијски услови на платоу климатског лечилишта "Бели извор" на Гочу, *Зборник радова поводом 20 година рада и развоја ХМС Југославије 19471967, СХМЗ, Београд.*

Анић, Б., 1969: Основе за биоклиматску реонизацију СР Србије, *VII Саветовање климатолога Југославије, Будва, СХМЗ, Београд.*

Анић, Б., 1967а: Дневни ход међудневне промене температуре и влажности ваздуха при различитим временима у Врњачкој Бањи, *Зборник радова поводом 20 година рада и развоја ХМС Југославије 19471967, СХМЗ, Београд.*

Анић, Б., 1970: Одређивање времена ваздушних купки у климатотерапији, *VIII Саветовање климатолога Југославије, Златибор, СХМЗ, Београд.*

Conrad, V.,1929: Messung und Verechung der Abkühlungsgrösse, *Gerlands Beiträge zur Geophysik, Band XXI, Leipzig, Akad. Verlagsges, 183189.*

Дукић, М., Радиновић, Ђ., Вујичић, Р., 1970: Медицинска метеорологија као посебна дисциплина науке, *VIII Саветовање климатолога Југославије, Златибор, СХМЗ, Београд.*

Ђекић, М., 1993: Биопрогноза као модел превенције најчешћих компликација водећих кардиоваскуларних обољења у прехоспиталним условима, *Докторска дисертација, Медицински факултет, Београд.*

Ђукановић, Д., 19551960: Предавања из метеорологије и климатологије на Медицинском факултету у Београду, *Институт за медицинску хидрологију и климатологију, Београд.*

Ђукановић, Д., 1956: Рад Института за медицинску хидрологију и климатологију у Београду, *Весник хидрометеоролошке службе ФНРЈ, бр. 1.*

Ђукановић, Д., 1957: Климатолошке станице у природним лечилиштима НР Србије, *Институт за медицинску хидрологију и климатологију, Београд.*

Ђукановић, Д., 1957: Висинске климатолошке станице у НР Србији за потребе медицинске климатологије, *II Саветовање метеоролога ФНРЈ за планинску метеорологију, Сењ.*

Ђукановић, Д., Ђурић, В., 1957: Микроклиматска испитивања у реону Игала, *Институт за медицинску хидрологију и климатологију, Београд.*

Ђукановић, Д., 1959: Прилог микроклиматском испитивању лечилишта Игало, *Весник хидрометеоролошке службе ФНРЈ, бр. 34.*

Ђукановић, Д., 1959: Дневни медицински метеорограм у августу 1959. године у Соко Бањи, *Институт за медицинску хидрологију и климатологију, Београд.*

Подвинец, С., Ђукановић, Д., 1959: Субглотични ларингит као алергична манифестација овисна о метеоролошким факторима, *Зборник радова LXIV Институт за медицинска истраживања Српске академије наука, књ. 6.*

Ђукановић, Д., 1959: Охлађивање по фригориграфу Pfeiderera, *Весник хидрометеоролошке службе ФНРЈ, бр. 12.*

Ђукановић, Д., 1964: Моћ охлађивања сувих и влажних површина у Београду, *Докторска дисертација, Природноматематички факултет, Београд.*

Градски завод за хитну медицинску помоћ у Београду и Одељење примењене метеорологије РХМЗ СР Србије, 1988: Утицај времена на здравље људи, *Београд.*

Harrington, M.W., 1894: Sensible temperatures, *Internat. Medical Magazine 3, str. 481485.*

Kendrew, W.G., 1949: Climatology treated mainly in relation to distribution in time and place, *Clarendon Press, Oxford.*

КљаићВојиновић, Р., 1981: Утицај времена на појаву инфаркта миокарда, *Хидрометеорологија, Београд, мај 1981.*

Leistner, W., 1956: Die Strahlung im Nordseegebiet, Anwendung und Dozierung, *Z. angew. Bäderu. Klimaheilkunde, Stuttgart, F.K. SchlattauerVerlag 6/XII.*

Mörikofer, W., 1955: Gesichtspunkte der Kurortklimatologie, *Wetter und Leben.*

Neergard, K., 1961: Das kleine Klimabuch der Schweiz, *Schweizerische Vereinigung der Klimakuorte.*

Pfleiderer, H., 1931: Die Abkühlungesgrösse, ihre heilklimatische Bedentung und ihre Messmethodik, *Strahlentherapie 40, 562575.*

Радиновић, Ђ., 1981: Време и клима Југославије, *Грађевинска књига.*

Радошевић, М., 1948: Температура ваздуха и ми, *Хидрометеоролошки гласник СУХМС, Београд, бр. 1, 3135.*

Тасић, В., 1949: Здравствени карактер климатских места, *Народно здравље 13, Медицинска књига.*

Trauner, L., Goldberg, J., 1955: Vorschlag einer klimatischen, Klassifikation der Kurorte, *Wetter und Leben.*

Trauner, L., 1957: Основни појмови и предмет рада медицинске метеорологије, *Весник ХМС ФНРЈ, бр. 34, Београд.*

Штрасер, Т., Анић, Б., 1963: Прилог познавању метеоропатолошког дејства ниског ваздушног притиска, *Српски архив за целокупно лекарство, 78, 699704.*

Vouk, V., 1952: Toplinska mjerenja, *Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.*

Вујевић, П., 1957: Комбиновани климатски елементи на тврђави Петроварадин, *Зборник Матице Српске, св. 13, Нови Сад.*

Вујевић, П., 1961: Прилози за биоклиматологију Копаоника, *Зборник географског института "Јован Цвијић", књ. 18.*

МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ У ФУНКЦИЈИ ТУРИСТИЧКЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Др Сшеван М. Сшанковић, редовни ӣрофесор
Географски факулшеш Универзишеша у Београду
Сшуденшски шрг 3/III, 11000 Београд

Abstract

Analysis of elements and factors of the climate establishes the importance of the climate for the development of corresponding types of tourism in a certain center, region or country. At the same time, it is an accepted fact that the climate is a direct and indirect tourist value. It is a direct tourist value in the case of heliotherapy, water and snow sports, and an indirect one when by acting on water objects, the relief, flora and fauna, increasing or decreasing their tourist value. Represented by concrete numerical values, obtained from daily measurements and observations made in corresponding meteorological stations, the climate influences the water temperature, appearance and growth of the vegetation, living conditions and life of man, characteristics of the snow blanket, the length of the swimming season, functioning of the traffic, when series of tourist manifestations are held, the hunting season and the closed season and a series of other events and processes important for tourism. Meteorological data is often part of tourist propaganda material, as it concretely, clearly, documented and graphically understandably, contributes to the affirmation of tourist centers and regions.

Абсшракш

Анализом климашских елеменаша и факшора уШврђује се значај климе за развој одговарајућих врсша шуризма у неком ценшру, регији или земљи. При шоме се уважава чињеница да је клима дирекшна или индирекшна шурисшичка вредносш. Дирекшна шурисшичка вредносш је у случају хелиошерайије, сйоршова на води и снегу, а индирекшна када делујући на водне објекше, рељеф, биљни и живошињски свеш, йовећава, или смањује, њихову шурисшичку вредносш. Предсшављена конкрешним бројчаним йодацима, добијеним свакодневним мерењима и осмашрањима на одговарајућим мешеоролошким сшаницама, клима делује на шемйерашуру воде, изглед и расш вегешације, услове сшанишша и живоша човека, особеносши снежног йокривача, дужину куйалишне сезоне, одвијање саобраћаја, време одржавања низа шурисшичких манифесшација, лов и ловосшај и низ других йојава и йроцеса од значаја за шуризам. Мешеоролошки йодаци су чесш садржај средсшава шурисшичке йройаганде, јер конкрешно, јасно, докуменшовано и графички разумљиво, дойриносе афирмацији шурисшичких ценшара и регија.

1. Увод

Кретања људи из места становања до ближих и даљих одредишта, стара су колико и људско друштво. Различитих су повода, трајања и последица, учесника и превозних средстава. Многа од њих су историјски, географски и етнографски добро проучена. Специфичан вид миграција људи из домицила ка природно различитим, споменицима и манифестацијама другачијим центрима, регијама и земљама, представља туризам. Како се велики број туриста опредељује на кретање из рекреативних и здравствених разлога, климатски фактори и климатски елементи, за њих су од пресудног значаја. Како се ови свакодневно осматрају, мере и израчунавају на бројним метеоролошким станицама и обрађују у специјализованим хидрометеоролошким заводима, стиче се утисак да су туристичка географија, климатологија и метеорологија међусобно вишеструко повезане.

Основу туризма чине човек и људско друштво, јер се јављају као иницијатори и организатори туристичких кретања, односно, као рецептива у прихватању појединаца и група у туристичким местима. Туризам је добар показатељ развијености друштва, његовог материјалног и културног стања, међусуседских, међудржавних и светских односа, низа појава и процеса. Навике, жеље и потребе за путовањем су све присутније. Део таквих захтева разрешава се на туристичким путовањима у места, регије и земље другачијих природних одлика, културног наслеђа и атрактивних манифестација (1).

2. Метеоролошки подаци и валоризација

Туристичка валоризација је комплексна оцена природних и антропогених вредности од значаја за туризам. Убраја се у основна питања теорије и праксе савременог туризма и уважава у свој својој сложености. Туристичка валоризација климе неког места или регије, одговоран је посао. Анализе, синтезе, уопштавања, рангирање, компарација, графичко и картографско приказивање, нумеричко вредновање појединих климатских елемената и фактора, условљени су богатством и веродостојношћу података добијених са метеоролошких станица. Ово је од особитог значаја, јер се клима искоришћава и као иницијативни и као рецептивни фактор туризма. Својим негативним особинама карактеристичним за велике градове, индустријске регије и густо насеље равнице, она подстиче туристичка кретања. За разлику од тога, у местима, регијама и земљама, позитивних вредности, стимулативних и седативних својстава, клима се испољава као својеврсна, непреносива, туристичка вредност, те је као таква предмет проучавања туристичке географије (2, 61).

Савремени туризам, уз велику масовност, посебно у земљама стабилне економске и политичке стварности, високог животног стандарда и свестране туристичке понуде, има велику моћ интеграције, те задире у многе сфере живота. У многим земљама директно и индиректно се третира у законодавству, привреди, инвестиционом улагању, образовању, пропаганди, заштити животне средине, социјалном и здравственом осигурању. У том смислу су и настојања да туристичка места, посебно центри бањског и приморског туризма, обезбеде константно праћење климатских елемената. На бази компарације са великим градовима као исходиштима туриста, туристички центри, регије и земље, доказују своје предности за одмор, рекреацију, климатотерапију, летњу и зимску туристичку сезону и сл.

Када је у питању Србија, чини се да је прави значај осматрања основних климатских елемената, за потребе туризма у бањама, давно схваћен. Прве метеоролошке станице у бањама датирају из 1896. године (Врњачка Бања, Сокобања) и 1897. године (Брестовачка Бања). Од значаја је чињеница да је доктор Стеван Мачај у Брестовачкој Бањи самоиницијативно од 1872. до 1886. године, осматрао основне климатске елементе, посебно температуру ваздуха и исту изражавао у степенима Реомира. Старији од Мачаја је доктор Владимир Јакшић, који још 1856. ради на устројству мреже метеоролошких станица у Србији. Лекари су више и боље него други схватили да је преко потребно познавати метеоролошке податке и на основу њих дефинисати погодности климе као природног лековитог фактора, који у центрима балнеотерапије и климатотерапије долази до пуног изражаја (3, 54). Више од тога, 150-та годишњица од почетка метеоролошких осматрања у Србији и 110-та годишњица Метеоролошке опсерваторије у Београду, делови су корена којима се морамо враћати и од којих морамо полазити у многим научним истраживањима и оперативним радовима на терену, како код промоције нових туристичких центара, тако у потврђивању давно афирмисаних вредности.

Историјски посматрано за развој туризма веома је значајан период повратка природи. То је време француског књижевника и философа Жан Жак Русоа (1712 - 1778) и његове књиге "Повратак природи". Схватања о корисности путовања брзо се шире. Виђени људи тога доба на путовањима откривају лепоту боравка у природи стимулативног и седативног климата. Путовања у непознате, али природно привлачне крајеве, постају елемент престижа, васпитања и образовања. У томе предњаче Енглези, који негују тзв. "велике туре". У важно туристичко одредиште убрајају се Алпи,

климатски и физиономски, сасвим другачији од насељених равница, приморских простора и великих градова (1, 11).

Током времена, са порастом урбанизације и индустријализације, погоршања услова живота у градовима, који имају специфичну микроклиму, расле су жеље и потребе становника за одласком у слободну природу. Многи од њих прате метеоролошке прогнозе, упознају се са климатским карактеристикама туристичких центара, регија и земаља и по свом избору крећу ка њима на краћа и дужа путовања, на краћи или дужи боравак. Од значаја је и чињеница да лекари упућују велики број људи на опоравак, рекреацију и рехабилитацију у средишта пријатног седативног или стимулативног климата. Ефекте климатотерапије прате на основу метеоролошких података, статистике, систематских прегледа пацијената, искуства и слично.

"Могућност да се некамо оде, отпутује, посве је бјелодано веома значајна. Свакодневица се може дуље подносити само ако постоје могућности да се од ње побјегне; иначе човјек губи равнотежу и постаје болестан. Слободно вријеме, а напосе путовања, треба да унесу нешто боље у животну пустош. Требало би да значе обнову - рекреацију - човјека, оздрављење и одржавање здравља тијела и духа, црпљење нове животне снаге, нови садржај живота" (4, 37). Подстичу то примамљиви позиви туристичких агенција, који су засновани на метеоролошким подацима, односно контрастима климе (Того, земља за зимске мрзовољнике; Кенија уместо зиме; Глава на сунцу, ноге у мору).

Чини се да више него друге научне радове из домена климатологије, овом приликом морамо истаћи монографско дело Павла Вујевића "О поднебљу Хвара" (5). Објављено на више од 240 страна у Гласнику Српског географског друштва, у низу елемената ни данас није достигнуто. На основу метеоролошких података за период од 60 година, обрађени су сви значајни климатски елементи и представљене битне карактеристике времена сваког годишњег доба. Методом компарације са приморским местима (Кан, Ница, Марсељ, Барселона, Напуљ, Палермо, Крф, Трст, Ријека) доказане су предности климе Хвара за одмор и лечење. Компарација са местима изван приобаља Средоземног мора (Биариц, Париз, Беч, Београд), још јасније предочава туристичку вредност климе Хвара. Сличног садржаја и јасних порука од значаја за туристичку географију је и рад "Поређење поднебља у Охридској и Битољско-прилепској котлини" (6). Упоређујући основне податке о температури ваздуха, облачности, влажности, ветровима и режиму падавина, аутор закључује да је клима у Охридској котлини под утицајем језера и близине Јадранског мора, те има одлике маритимног климата, док је Битољскоприлепска умерено континентална. Намеће се закључак да је прва погоднија за туризам од друге.

У једној анкети спроведеној у Немачкој 1984. године, међу одговорима на питање шта очекују од годишњег одмора, истичу се они о прикупљању нове снаге, боравку у природи, бити на сунцу и избећи ружно време, имати чист ваздух, бистру воду, изаћи из загађене средине, учинити нешто за здравље у смислу превентиве, бавити се спортом. Условљеност климе и туризма у наведеним случајевима долази до пуног изражаја. Метеоролошки подаци, њихова климатолошка обрада, теоријска основа и туристичка оператива, више су него комплементарни. "Често то може значити само бијег од властитог поднебља: из кише на сунце, из хладноће на топлину. Мотив који је засигурно пресудан за велико туристичко кретање сјевер - југ и који понуђачи одмора увијек изнова наглашавају: Када је код нас прљава бљузгавица, а небо попут олова прекрива крајобраз као да никад више неће бити сунца, зрели сте за... Није толико важно камо путујете, колико да се изађе из свакодневице, да се промјени декор, искључи из свега. Што се тога тиче, циљеви путовања за већину туриста могу бити једнаки. Камо ће их пут нањети, мање је важно. Главно је да има снијега за скијање, сунца за сунчање, мора за купање" (4, 44-47).

3. Класификација климата и Биоклиматологија

Климатски елементи који се осматрају на великом броју метеоролошких станица, од значаја су за утврђивање сличности и разлика климе. Током времена научници су изложили

неколико класификација климата, како би у одговарајуће групе сврстали делови Земље приближних поднебља. Класификације климата су од великог научног и практичног значаја. За савремени туризам могуће их је више и боље користити код презентације и промоције одговарајућих центара и регија, посебно бањских, планинских и приморских, код којих клима представља наглашену туристичку вредност. Реч је и о коришћењу метеоролошких података у процесу парцијалне туристичке валоризације неке планине, бање, језера, речне долине, као и код истраживања хетерогених и хомогених туристичких регија. Постојеће класификације климата заснивају се на метеоролошким подацима (средње месечне и средње годишње температуре ваздуха, количина падавина, средње месечне температуре најтоплијег и најхладнијег месеца у години), као и другим појавама и процесима, односно, изведеним вредностима (циркулација атмсфере, физиологија биљака, процеси који дају главне црте климату, индекс суше). Већина класификација је од значаја за туристичку географију као науку и туристичка кретања као оперативу.

Бројношћу метеоролошких података које уважава, посебно се одликује класификација климата Владимира Кепена, која је први пут изложена 1900. године, а затим четири пута допуњавана. За потребе географије ову класификацију најбоље је интерпретирао Д. Дукић (7, 227). Навећу туристичку вредност има Кепенов С климат, посебно Cs климат, познат у туристичкој пропаганди као климат маслина. "Cs - Средоземна клима је карактеристична у приморским крајевима око Средоземног мора, у југозападној Аустралији, јужној Африци (најјужнији крајеви), средњем Чилеу и у Калифорнији. Општа одлика овог климата је сезонска расподела падавина и жарка и топла лета. Према просечној температури најтоплијег месеца средоземна клима има два типа - Csa и Csb климат; први има жарка, а други топла лета. Типичан представник првог климата, Csa јесте Атина и Малага, а Csb климата Лос Анђелес... Csa - типична етезијска клима: суво и топло лето - у јужном приморју и на острвима јужно од Виса и Хвара. Типичан представник Csa климата је Хвар ... Cfwax" - подунавска варијанта умерено - топлог и влажног климата: зима је нешто сувља од лета, које је врло топло, што је карактеристика континенталног поднебља; максимум падавина се излучује у рано лето - у Војводини, северној и источној Србији. Типичан представник Cfwax" климата је Београд" (7, 235-241).

Од интереса су и схватања француског географа Емануела де Мартона изложена 1925. године у делу "Физичка географија" (8). Овај аутор истиче да се познавање климата на Земљи заснива на конкретним бројчаним подацима о средњим месечним температурама ваздуха, о висини падавина и другим климатским елементима. Међутим, додаје "да не треба бити сувише педантан при употреби бројки; треба рачунати са чињеницом да је клима укупност појава" (8, 219). У разради проблематике он се опредељује за индекс суше, као функцију падавина и температуре ваздуха, а који се може израчунавати за годину као целину и сваки месец посебно.

На основу индекса суше (падавине подељене са температуром ваздуха увећаном за 10 степени), поред осталих, издвојени су португалски, грчки и шпански климат, готово сви подједнако туристички вредни. Португалски климат је особена варијанта медитеранског климата, са сувим летом, без обзира на близину Атлантског океана. Од јуна до августа излучи се само 4% годишње суме падавина. Средња температура ваздуха зимских месеци виша је од 10°C. Овај климат је заступљен и у приморјима Алжира, Марока, југозападне Аустралије, јужне Африке и Калифорније. Све наведене области имају развијен туризам, посебно дугу летњу купалишну сезону и погодују дугом зимском рекреативном боравку на отвореном простору. Шпански климат је под јачим утицајем копна, те су зимске температуре ниже него код Португалског. Грчки климат је познат по летњим сушама које трају до пет месеци, када су и температуре ваздуха изнад 20°C. Типичан је за приморски појас Егејског мора (7, 247), који је познат по већем броју добро посећених туристичких центара наглашене купалишно - рекреативне понуде, коју потенцира и топло море.

На значај метеоролошких података за туризам указују бројна истраживања деловања климатских елемената на организам човека. У тим проучавањима коришћење метеоролошких података је конкретно и вишестрано. Када је

реч о радијацији, посебно се указује на бактериолошко дејство ултраљубичастих зрака, али и на црвенило коже, пигментацију, позитивне ефекте који се постижу код лечења рахитиса сунчањем, као и на правилно дозирање сунчања здравих особа. Радијација и инсолација су главни елементи хелиотерапије, те се често потенцирају у средствима туристичке пропаганде и изучавају у туристичкој географији. Туристички центри у приобаљу Средоземног мора са 300 до 400 сати сунца током најтоплијих месеци (јули, август) и са 100 до 150 сати сунца у најхладнијим месецима (јануар, фебруар), имају посебну цену на туристичком тржишту. Више од тога мора се наглашавати значај сунчане зрачне енергије за здравље људи, јер "трајање сунчева сјаја утиче у великој мери и на душевно стање појединаца, па и читавих народа", јер "сунчани дани имају сасвим другачији утицај на расположење, него облачни и тмурни дани. Када је небо ведро човек је не само веселији, него и подузетнији и вољнији за рад. Сем тога, постоје знатне разлике и у нарави говорљивих и одушевљених јужњака Шпањолаца и Италијана и одмерених и хладнокрвних Британаца и Скандинаваца. То се осећа и у књижевности, и у свирци, и у народној уметности. Народне песме код северњака већином су баладе, а код јужњака романсе (9, 230).

Највише конкретних метеоролошких података потребно је за утврђивање биоклиматских елемената. То проистиче из чињенице да се без обзира на велики климатолошки значај, температура ваздуха, у смислу деловања на људски организам мора уважавати у садејству са релативном влажношћу ваздуха, ветром и сунчевом радијацијом. "Проф. Павле Вујевић је први наш климатолог и географ који се бавио биоклиматологијом или медицинском климатологијом, као посебном климатолошком дисциплином која изучава утицај поднебља на организам човека и уопште на живи свет" (10, 16).

Правилно схвативши да клима делује на човека и природу својом целовитошћу, а не појединим деловима, то јасно доказује у раду "Прилози за биоклиматологију Копаоника" (11). Од интереса је и рад "Комбиновани климатски елементи на тврђави Петроварадина" (12), са којим јединствену научну и апликативну целину чини чланак "Моћ хлађења и моћ сушења на тврђави Петроварадина" (13). Поузданост истраживања и реалност закључака почива на вишегодишњим метеоролошким осматрањима, која су утолико кориснија уколико су низови дужи, мерења прецизнија, подаци бројнији и разноврснији. Уопштавања нису пожељна, јер су климатски елементи веома променљиви често и на малом растојању. Како је за одређивање биоклиматских елемената потребан већи број података са станица вишег реда, чини се неопходним њихово оснивање и оспособљавање за непрекидан рад. Када је у питању наша земља, мора се констатовати, да за детаљнија и конкретнија туристичко - географска истраживања климата, често недостају одговарајући подаци. Мрежа метеоролошких станица је ретка, периоди осматрања често кратки или са прекидима, непогодни за компарацију и самим тим непоуздани. Друштвена заједница и одговарајуће службе морају уложити веће напоре и материјална средства у метеоролошку службу, јер је њен рад много кориснији и значајнији него што се то на први поглед многима чини.

Висок научни ниво радова П. Вујевића почива на коришћењу бројних и разноврсних метеоролошких података. Без обзира што је живео у време када осматрања нису била аутоматизована, стрпљивим радом је доказао да без метеоролошких мерења, осматрања и израчунавања података, нема правих климатолошких студија. Са нашег аспекта закључујемо да без правих метеоролошких (и хидролошких) података, који често чине два дела једне целине, нема квалитетних туристичко - географских истраживања, праве валоризације туристичких потенцијала, реалне пропаганде, као ни правих здравствено - рекреативних ефеката боравка на отвореном простору, посебно у бањама, на планинама и центрима приморског, језерског и речног туризма, којима вода и клима опредељују место на туристичком тржишту, условљавају дужину сезоне, обим промета, економске и ванекономске ефекте.

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

4. Литература

Станковић М. С. (1994): Туристичка географија. Универзитет у Београду, Географски факултет, "А.М.И.Р. ", Београд.

Станковић М. С. (1995): Клима као туристичка вредност. Гласник Српског географског друштва, свеска LXXV, број 2, Београд.

Смаилагић Ј. и Николић Ј. (1997): Климатске карактеристике Брестовачке Бање. Зборник радова са научног скупа "Природа Брестовачке Бање", Туристичка организација општине Бор, Бор.

Крипендорф Ј. (1986): Путујуће човјечанство - за ново поимање слободног времена и путовања. Завод за истраживање туризма, Загреб.

Вујевић П. (1927-1932): О поднебљу Хвара, Гласник Српског географског друштва, свеска XIII - XVIII, Београд.

Вујевић П. (1933): Поређење поднебља у Охридској и Битољско - прилепској котлини. Гласник Српског географског друштва, свеска XIX, Београд.

Дукић Д. (1981): Климатологија. "Научна књига", Београд.

Martone de E. (1925): Traite de Geographie physique I, Paris.

Вујевић П. (1927): Инсолација на средњем и јужном јадранском приморју. Гласник Српског географског друштва, свеска XIII, Београд.

Ракићевић Т. (1998): Академик Павле Вујевић - утемељивач савремене климатологије у Србији. Гласник Српског географског друштва, свеска LXXVIII, број 2, Београд.

Вујевић П. (1962): Прилози за биоклиматологију Копаоника. Зборник радова Географског института "Јован Цвијић" САНУ, књига 18, Београд.

Вујевић П. (1957): Комбиновани климатски елементи на тврђави Петроварадина. Зборник Матице српске, серија за природне науке , свеска 13, Нови Сад.

Вујевић П. (1958): Моћ хлађења и моћ сушења на тврђави Петроварадина. Зборник Матице српске, серија за природне науке , свеска 14, Нови Сад.

ТОПЛОТНИ КОНФОР СТАНА КАО УСЛОВ ДОБРОГ ЗДРАВЉА

Mr sci med Данило др Крстић, спец.хиг.,
мајор Горан др Голубовић, на спец.
Војномедицинска академија, ЗПМ, институт за хигијену,
Црнотравска 17, 11 000 Београд,
Mr sci med Драгица Крстић, спец. микробиологије
Институт за заштиту здравља, Николе Пашића 1, 34000 Крагујевац

Abstract

During the period of 10 days, in the winter and summer period,three times a day(at 6.30 a.m.,2.00 p.m. and 9.30 p.m.), we examined effects on thermal comfort of 295 male participants(age range:20 to 55 years).In this research, it was found that air temperature variations, unequal inroom air temperature, increased percent of relative air humidity and stronger air velocity have the sinergistic effect on producing discomfort in accomodation chambers during the winter period. Result of this winter microclimate influence is appearance of respiratory diseases at 3,6% of experiment participants, what did not happen during the summer period when the microclimate factors were more approachable

Абстракт

За време од по 10 дана, зими и лети,три пута дневно (у 6.30, 14.00 и 21.30 часова), истраживали смо дејство услова топлотног конфора на 295 испитаника мушког пола (старосне доби од 20 до 55 година). Пронашли смо да температурна колебања ваздуха, неуједначеност температуре ваздуха,повећани проценат релативне влажности и јаче струјање ваздуха имају синергистички ефекат на стварање дисконфора у просторијама за становање у зимском периоду. Резултат тога је појава респираторних обољења код 3,6% испитаника,што се није догодило у летњем периоду када је топлотни конфор био умеренији.

1. Увод

Климатски елементи су у филогенези, тојест настајању и развијању људске врсте усмеравали развиће његових система на којима почива живот и његово одржавање. Један од тих система је и терморегулациони систем човека, који има задатак да у различитим температурним приликама током времена, одржи телесну температуру на ниво од око 37°C што претставља температурни оптимум људске врсте. Некада је утицај климатских елемената на људски организам био драстичнији са великим, пре свега температурним осцилацијама у времену. Данас је тај утицај суптилнији, собзиром на начин облачења, исхране и пре свега становања, али је чињеница да климатски елементи још увек имају велики утицај на терморегулациони механизам човека и то пре свега на просторима где су промене микро и мезоклиматских елемената условљене израженијим утицајем глобалних климатских фактора. Свестан тога , човек настоји да себи обезбеди такве микроклиматске услове у радном и стамбеном амбијенту које називамо оптималним топлотним комфором. Обезбеђивањем услова за одржавање топлотне равнотеже људског организма остварује се топлотни конфор углавном на два начина и то: одевањем у спољњој средини и стварањем повољних микроклиматских услова у радном и стамбеном амбијенту. Како се човек најдуже задржава у стамбеном простору то је и утицај топлотног конфора овог амбијента најизраженији. У условима оптималног топлотног конфора, механизми за стварање топлотне енергије и одавање исте у организму човека, стоје у равнотежи одржавајући телесну топлоту на 37°C што сматрамо нормалном телесном топлотом односно температуром људског тела. Уравнотежена телесна топлота је услов за нормално одвијање многих физичко хемијских, биохемијских и биофизиолошких процеса у организму *(Bell, 1953).* У условима постојања топлотног дисконфора долази до стресног стања у терморегулационом механизму и реакције која је зависна од нивоа температуре околине, тј. од температурне разлике између температуре тела и температуре околних предмета односно амбијента. Резултат оваквог стања, нарочито ако оно траје дуже, је пре свега измењени субјективни осећај, смањење радне способности па све до настанка стања прехладе или прегрејаности организма односно нарушавања здравља.

Праћењем и проучавањем здравља код људи видели смо да посебно место заузима топлотни конфор организма, на кога пре свега утичу; температура, релативна влажност и брзина струјања ваздуха, температура стамбеног простора односно температура зидова и околних предмета као и температура загревних уређаја (*Žarković, 1977.*).

2. Циљ рада

Имајући у виду огроман утицај стамбеног тојест смештајног амбијента на здравље и радну способност људства, приступило се дугорочном истраживању овог фактора у условима сталног смештаја (становања) и привременог смештаја на терену. У овом раду дати су прелиминарни резултати истраживања утицаја топлотног конфора стамбеног простора, код привременог смештаја у зимском и летњем периоду. Притом нас је посебно интересовао утицај истог на појаву нарушавања здравља то јест обољевања.

3. Методологија

Основни методолошки приступ у раду који смо користили је метричко - аналитичка опсервација смештајног простора, испитаника и добијених резултата. Наиме истраживање је спровођено тако што је претходно одабрана циљна група испитаника који су привремено користили стамбене објекте монтажног типа. Група се састојала од 295 одраслих, здравих особа мушког пола, старосне доби од 20-55 година. Истраживање је спровођено у 2 наврата по 10 дана и то у зимском и летњем периоду. Пре експеримента као и после истог сви испитаници су били под здравственом контролом а непосредно пред почетак експеримента подвргавани су санитетском прегледу, као и у току и након тога. Микроклиматска мерења вршена су у складу са хигијенско техничким принципима за стамбени амбијент. Том приликом коришћени су; дигитални термометар (ДТ ИМ) као и дигитални хигротермометар за теренски рад (ДХТ). За мерење температуре околних предмета, зидова и пода коришћен је контактни термометар (ДТ-Кт). Након прикупљања података у виду нумеричких вредности, извршена је статистичка обрада, груписање атрибутивних обележја и дат табеларни приказ истих.

4. Резултати истраживања

Објекат у коме је људство било смештено, изграђен је наменски за привремени боравак, монтажног је типа ,савремене градње где су испоштовани хигијенскотехнички и грађевински захтеви који одређују елементе топлотног конфора. Иако смо прикупљали и друге параметре нас је посебно интересовала температура ваздуха и околних предмета. Ради сагледавања утицаја мезоклиматских односно глобалних метеролошких елемената на микроклимат мерени су: температура спољњег ваздуха, релативна влажност ваздуха и струјање ваздуха. Мерења су вршена у 6.30 ујутру , у 14.00 у подне и у 21.30 час а из разлога сагледавања температурних колебања током дана. Ради уочавања температурних колебања на годишњем нивоу мерења су вршена у зимском и летњем периоду.

У табели 1 дат је однос температуре спољњег ваздуха и температуре ваздуха у просторијама за становање у зимском периоду. У истој табели приказан је и однос температурних градијената за све просторије када је у питању ваздух у њима али и температурни однос између ваздуха и околних предмета односно зидова и пода.

Да би се могле температурне разлике у стамбеним просторијама сагледати и евентуално коментарисати њихов учинак у степену радијације телесне топлоте, у табели 2 дат је приказ средњих вредности на тачкама мерења за свако време мерења посебно,такође за зимски период.

Табела 1. Приказ средњих вредности релевантних елемената топлотног конфора у просторији и ван ње у зимском периоду

1.	Време	6.30	14.00	21.30	ср. вред.
2.	ТС	10.6	16.8	6.4	11.26
3.	ТУ	19.24	19.51	20.8	19.62
4.	ТЗ	18.07	18.44	18.33	18.28
5	ТП	17.27	17.65	17.93	17.61
6.	РвС%	36.62	33.71	49.87	40.06
7.	РвУ %	46.79	43.72	59.85	50.12
8.	СтвУ m/s	0.3	0.2	0.4	0.3

Табела 2. Средње вредности хоризонталног и вертикалног температурног градијента у зимском периоду

1.	Време	6.30		14.00		21.00		ср. вред.	
2.	Место	Вр	Пр	Вр	Пр	Вр	Пр	Вр	Пр
3.	Вис 1м	18.90	19.14	19.08	19.34	19.86	19.80	19.27	19.42
4.	Ви 2м	19.68	19.57	19.88	19.75	20.35	20.30	19.97	19.87
5.	Хг °C/m	0.13		0.14		0.10		0.12	
6.	ВГ °C/m	0.6		1.22		1.0		1.15	

Температура спољњег и унутрашњег ваздуха тј. ваздуха у стамбеним просторијама као и вредности релативне влажности ваздуха у летњем периоду дати су у табели 3 која следи:

Табела 3. Температура спољашњег и унутрашњег баздуха и Рв у летњем периоду

1.	Време	6.30	14.00	21.30	ср. вред.
2.	Тсв	10.9	24.68	17.36	17.64
3.	Тув	18.13	24.61	21.57	21.44
4.	ТЗ	17.22	23.64	21.43	20.76
5.	ТП	17.83	22.42	21.20	20.48
6.	РвС	61.05	33.04	52.21	48.76
7.	РвУ	52.02	34.34	49.54	45.3
8.	СтвУ	0.3	0.1	0.2	0.2

Приказ средњих вредности температуре ваздуха у просторији на тачкама мерења у одређеним временским терминима дат је у табели 4.

Табела 4. Средње вредности хоризонталног и вертикалног температурн градијента у летњем периоду

1.	Време	6.30		14.00		21.30		Ср.вред.	
2.	Место	Вр	Пр	Вр	Пр	Вр	Пр	Вр	Пр
3.	Т-1м	17.98	18.11	24.59	24.33	21.21	21.42	21.26	21.28
4	Т-2м	18.18	18.26	24.69	24.86	21.85	21.83	21.57	21.65
5.	ХТГ °C/m	0.10		0.05		0.09		0.08	
6.	ВТГ °C/m	0.35		0.63		1.05		0.67	

Као што се из табеле може видети мерење је вршено у 6.30 , 14.00 и 21.30 часова сваки дан у току десет дана. Тачке мерења су, ради уочавања вертикалног градијента на 1м и 2м изнад пода односно испод плафона. Ради добијања хоризонталног температурног градијента мерена је температура ваздуха на дистанци 1м од зида на коме су прозори (спољњи зид) и на удаљености 1м од наспрамног зида (унутрашњи зид) на коме су улазна врата из ходника. У табели су дате средње вредности за свих десет стамбених просторија у којима је вршено истраживање током три термина (6.30, 14.00 и 21.30).

•МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ•

5. Дискусија

Полазећи од чињенице да свако тело, флуид или течност зрачи када се нађе на температури изнад апсолутне нуле (*Racker, 1975.*). Људско тело са својом телесном температуром од 37°C је у истој позицији да путем радијације ,најчешће , одаје телесну топлоту. Поред радијације, којом се у нормалним хигијенским и стамбеним условима одаје и 45% од укупно одате телесне топлоте за одређено време, људски организам одаје топлоту и процесом кондукције и конвекције (30%) и евапорације (25%). У условима обнаженог тела са температурним градијентом унутрашњег ваздуха и зидова, који је већи од 3-5 степени целзијусових, проценат одавања телесне топлоте може достићи и 60% (*Guyton,1985.*). За обезбеђење оптималног топлотног конфора у стамбеним просторијама, без обзира на спољашње температуре ваздуха, потребно је удовољити хигијенским нормама које су дате у табели 5.

Табела 5. Пожељне температуре стамбених просторија које се загревају

Ред.бр.	Врсте просторија	Температура ±3°C
1.	Спаваонице	14 -16
2.	Дневни боравак	18-20
3.	Учионице	16-18
4.	Купатило	20-22
5.	Трпезарија	16-18
6.	Фискултурна сала	12-15

Дате вредности у табели 4. као минималне обезбеђују погодне термичке услове у просторијама уколико њихово колебање у правцу плус - минус није веће од 3°C. Поред овога потребно је обезбедити уједначеност температуре ваздуха у просторији како у хоризонталном (хоризонтални температурни градијент-ХТГ) тако и у вертикалном правцу (вертикални температурни градијент - ВТГ). Хигијенска норма за ХТГ износи 1-2°C/м а за вертикални 1,5 -2,0°C/м и то за сваки метар висине. Однос вредности температуре ваздуха у просторији и унутрашњих зидова треба да се креће у границама од 1,5 - 2 °C а највише 3-4°C. јер већ код градијента од 5°C/м долази до кондензације у просторији (*Ramzin,1966.*). Да температура спољњег ваздуха утичена температуру зидова,посебно спољњег зида који је и узрок већег ХТГ, видело се из ТГспољњег ваздуха мереног у зимском и летњем периоду и исти износи 6,38°C, као просечна дневна температура. Температурни градијент ваздуха у истим просторијама у летњем односно зимском периоду је износио само 1,82°C/м . Овакав однос температура спољњег ваздуха утицао је и на постојање температурне разлике унутрашњег ваздуха зависно од годишњег доба и то тако да је у зимском периоду иста износила 19.62°C. а у летњем периоду 21.44 °C. Из овога се види да је дошло до стварања температурне разлике ваздуха у просторијама за 1.82°C јер је температурна разлика спољњег ваздуха у периоду зима лето износила 6.38°C.

Лако су уочљива температурна разлика зидова у летњем (20,76°C) и зимском периоду (18,28°C), која износи 2.48°C у корист летњег периода. Код подова температура у зимском периоду је била нешто мања од температуре зидова у истом периоду и то је 17.61°C . У летњем периоду температура пода износила је 20.48°C. што је за 2.87°C. више од исте у зимском периоду.

Температурна разлика између зидова и пода у зимском периоду није била већа од 0.57°C. да би у летњем периоду била још мања и износила 0.28°C. Имајући у виду чињеницу да је температура зидова, подова и плафона као и околних предмета веома важна за формирање субјективног осећаја топлотног конфора, у овом случају била испоштована хигијенска норма од 1.5-2°C што се веома повољно одразило на здравствено стање испитаника. Познато је да се човек пријатније субјективно осећа, када је температура ваздуха у просторији нижа од температуре околних предмета и зидова, ако је температура спољњег ваздуха висока што је случај у летњем периоду (*Birtašević, 1984.*). У нашем случају није било тако, али је температурна разлика од 0.82 °C била занемарљива. При ниским температурама спољњег ваздуха бољи субјективни осећај станара се постиже када је температура зидова и околних предмета иста са температуром ваздуха, што је са температурном разликом од 0,34°C скоро постигнуто. Веома важан чиниоц за обезбеђење доброг топлотног конфора и пријатног субјективног осећаја је уједначеност температуре ваздуха у просторији. У табели 2. дат је приказ средњих вредности температуре ваздуха мерених на висини од 1м и 2м ради добијања ВТГ унутрашњег ваздуха, за зимски период. Том приликом је утврђен просечан вертикални градијент од 1,15 °C/м док је у летњем периоду исти био много мањи 0.67°C/м што се види из табеле 4. На исти начин дат је и при-

каз ХТГ-а у просторији за зимски 0.12 °С/м и летњи период 0.08 °С/м. Приметна су дневна колебања ВТГ у зимском периоду, која су ишла од 0.6 °С/м у јутарњим часовима, преко 1.22 °С/м у подневним сатима до 1.0 °С/м у вечерњим часовима. У летњем периоду овај градијент је био нижи и уједначенији током дана. Код влажности ваздуха изражене кроз релативну влажност (Рв) уочљива је разлика у вредностима у зимском периоду код спољашњег и унутрашњег ваздуха и износила је у просеку за 10.06 % више код унутрашњег ваздуха. У летњем периоду је приметна разлика вредности у просеку за око 3.46 %и то у спољњем ваздуху.

Хоризонтално струјање унутрашњег ваздуха било је израженије у зимском периоду и кретало се од 0.2 -0.4 m /s У летњем периоду исто је приказано са вредностима од 0.1 - 0.3. m/s Уочљиво је да је кретање ваздуха било директно зависно од температурних разлика спољњег и унутрашњег ваздуха. Иста је утицала на стварање температурне неуједначености унутрашњег ваздуха и појаву температурних градијената, од којих је посебно био изражен ВТГ у зимском периоду.

6. Закључак

Иако се на први поглед стиче утисак да су регистроване температурне разлике дискретне, када се ставе у функцију са осталим вредностима (Рв и Струјање ваздуха) види се да је посебно у зимском периоду био присутан триас микроклиматских елемената:

Температурних разлика, Релативне влажност унутрашњег ваздуха и повећано кретање ваздуха у просторији. Синергистичко дејство овог триаса микроклиматских елемената довело је до постојања дисконфора у просторијама за боравак људства у зимском периоду. Овакав дисконфор резултирао је појавом респираторних обољења типа прехлада и Ринофарингита у 3.6% испитаника што се није догодило у летњем периоду када нисмо имали здружено дејство микроклиматских елемената јер су њихове вредности биле уједначеније са много мањим градијентима.

У зимском периоду било је изражено велико температурно колебање за кратко време тојест у току дана. Присутни кондукцијски ефекат повећане Релативне влажности у просторијама је допринео повећаном одвођењу телесне топлоте а уз асистенцију наглашеног струјања ваздуха потенциран је и конвекцијски начин расхлађивања организама испитаника. У оваквим микроклиматским условима са наглашеним дисконфором, посебно у периоду зимског истраживања дошло је до стресогеног дејства поменутог триаса елемената,на терморегулациони механизам испитаника од којих је 3.6% испољило реакцију у виду такозваног стања прехладе односно нарушеног здравља.

Табела 6. Приказ здравственог стања

1.	Период	Летњи	Зимски	Збир
2.	Број испитаника	127	168	295
3.	Број оболелих	3 (2.36%)	21 (12.5%)	24 (8%)
4.	Респир.болести	-	6 (3.6%)	6 (2%)
5.	Остале болести	3 (2.36%)	15 (8.9%)	18 (6%)

7. Литература

Bell G. et Al: Textbook of physiology and biochemistry, second Edition, P. 166–180. E. S. Livingstone LTD, Edinburgh and London, 1953.

Žarković G. i sar.: Udžbenik higijene za studente medicine i stomatologije, Vol 2, P 37-68, Univerzitet u Nišu, 1977.

Racker E.; Energy Transduncing Mech. anisms, Baltimoire, University Park Press, 1975

Ramzin S. i sar.: Priručnik za komunalnu higijenu, Vol. 1. , Medicinska knjiga, Beograd- Zagreb, 1966.

Guyton C.A.: Textbook of medical physiology, Vol–Sixth Edition P. 1127–1139, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1985.

Birtašević B. i sar.: Priručnik iz preventivne medicine za trupne lekare, P 19-30, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1984.

МЕТЕОРОЛОГИЈА У ФУНКЦИЈИПРОЈЕКТОВАЊА, ИЗГРАДЊЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ЗНАЧАЈНИХ ПРИВРЕДНИХ ОБЈЕКАТА

ЗНАЧАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ ПОДАТАКА ЗА ИЗУЧАВАЊЕ БАЊСКИХ ХИДРОГЕОТЕРМАЛНИХ СИСТЕМА

Др. Миливојевић Михаило дипл. инж. геологије,
Рударско-геолошки факултет, Институт за хидрогеологију, Лабораторија за геотермалну енергију, 11000 Београд, Ђушина 7.
Мр. Никић Зоран дипл. инж. геологије,
Републички хидрометеоролошки завод Србије, 11030 Београд, Кнеза Вишеслава 66.

Abstract

The Republic of Serbia disposes with significant natural potential refering to various types of thermo-mineral waters. The resorts with mineral springs are the most important and prosperous factors of tourism in Serbia. For the purpose of overall recognition of resort-system operation, it is necessary to perform multidisciplinary investigations, with the important rolle of meteorological observations. The existing meteorological observations in the resorts in Serbia are not sufficient for the complete studies of resort systems. The adequate estimation of thermal water reserves in a resort depends on the corresponding meteorological elements that should be observed in the area of water supply to the hydrogeological system. This requires a close collaboration of a hydrogeologist who determines the macrolocation of meteorological stations and a meteorologist who decides the type of the station and the definition of the operational program.

Абстракт

У Србији постоји око 300 појаваизвора термалних, термоминералних и минералних вода, од којих се 49 најпознатијих користи више или мање организовано за балнеолошке сврхе. Бање су међу најзначајнијим туристичким ресурсима Србије, па се због тога морају комплексно истраживати, нарочито хидрогеотермални ресурси, на којима се заснива рад и постојање већине од њих. У склопу истраживања природних хидрогеотермалних система, чији се резервоари празне преко наведених појава, у њиховим појединим фазама постоји потреба и врше се метеоролошка испитивања. Метеоролошка испитивања се врше ради дефинисања микроклиматских карактеристика бањских места, у фази проспекције скривених зона истицања хидрогеотермалних флуида, у склопу изучавања њихове генезе и у фази оцене резерви тих флуида у њиховим резервоарима. У бањама Србије метеоролошка испитивања за те сврхе нису систематски организована зато што није постојала координација и сарадња између метеоролога, балнеолога и хидрогеолога. Да би се бање Србије издигле на светски ниво, који им по вредности ресурса припада, морају се комплексно валоризовати сви њихови ресурси, па и климатски, односно метеоролошки.

1. Увод

Бање у хидрогеолошком смислу представљају локалитете на којима се врши коришћење хидрогеолошких ресурса у виду термалних, термоминералних или минералних подземних вода у циљу лечења или опоравка људског организма. Те ресурсе представљају углавном природне хидрогеолошке појаве у виду извора наведених вода. Поред природних извора у хидрогеолошке ресурсе бања спадају и вештачке хидрогеолошке појаве у виду тих вода које истичу из бушотина и бунара израђених на различите начине без обзира на време израде.

Коришћење природних хидрогеолошких појава у виду извора почело је веома давно без обзира да ли се ради о води за пиће или о термоминералној води. Наиме, сасвим је реална предпоставка да је коришћење топлоте вода термалних и термоминералних извора почело од стране првих људи пре "откривања" ватре. Када је касније

почело коришћење тих вода за потребе лечења и опоравка није тачно познато. Материјални, тј. археолошки докази показују да је коришћење термалних и термоминералних вода вршено у античкој Грчкој и Риму, тј. може се тврдити да су тада постојала лечилишта, уствари бање. Њихов значај је био велики у целом друштвеном животу, најпре због култа воде, поготово природне термалне, тако да су бројна насеља и градови почели да се стварају око тих хидрогеолошких појава и ресурса. Уствари, тада су започеле и урбанизације и развој таквих локалитета као насеља општег типа, а касније и као чисто бањских насеља за лечење, општи опоравак, одмор и разоноду. Та традиција, чији су корени антички, практично је наслеђена и без неких великих промена се провлачи и до нашег доба. Примера за то има много, како у Србији тако и у Европи.

Да би се остварило свеобухватно сагледавање функционисања природног хидрогеотермалног система у којем се формирају карактерситике бањског хидрогеотермалног ресурса, чија коинциденција заједно са осталим предусловима, као што су географски, саобраћајни, друштвени, економски, историјски, здравствени, урбанистички, развојни и други, омогућује стварање бање, потребно је спровести комплексна испитивања и истраживања. У склопу тих истраживања изводе се и метеоролошка испитивања, тј. осматрања. У целини посматрано, њима није поклањана посебна пажња у нашим бањама, тако да су се она одвијала спонтано, највише од схватања о комплексности балнеолошких фактора оних људи који су били оснивачи наших појединих бања. У "малим", тј. мање познатим и мало развијеним бањама, таква мерења нису вршена одмах по њиховом оформљењу, већ су она успостављена касније у зависности од брзине развоја метеоролошке службе, односно у зависности од густине мреже метеоролошких станица.

2. Хидрогеолошки потенцијал бања Србије

На територији Србије налази се велики број појава природних извора термалних и термоминералних вода од којих се један део користи за бањске или лечилишне сврхе. Укупан број тих појава је већи од 300. Он се не може тачно одредити, јер неке појаве у току времена мењају свој квалитет услед различитих узрока. Највећи број природних извора налази се на територији Србије ван Војводине, која је практично без тих појава. Међутим, у Војводини се налази велики број вештачких извора, тј. бушотина са термалним и термоминералним водама. Такав распоред природних и вештачких извора термалних и термоминералних вода на територији Србије је последица веома разноликог геолошког састава, хидрогеолошких и геотермалних карактеристика терена, као и веома бурне геолошке историје територије Србије, јер се на њој сучељавају све главне геотектонске јединице Балканског полуострва и јужног дела Европе: Динариди, Панонски басен, Карпато-Балканиди и Српско-македонска маса.

У Србији има 46 локалитета који се сматрају као бање, тј. природна лечилишта у хидрогеолошком смислу. У односу на укупан број појава термалних и термоминералних извора, исте такве појаве у бањама чине око 15 %. Овакав однос, односно релативно мали број искоришћености природних појава за бањске сврхе је прва илустрација балнеолошког као дела укупног хидрогеолошког потенцијала територије Србије.

Прве бање су формиране око извора чија је температура воде блиска температури људског тела. Уједно то су биле бање и у античко време, односно наслеђене су од Римљана. Висока температура термалних вода извора у неким бањама је уједно и неповољан параметар, јер ограничава употребу воде у балнеолошке сврхе. С друге стране, температуре воде изнад температуре људског тела су индикатори добре хидрогеотермалне потенцијалности. Око 60 % од броја свих појава извора термалних и термоминералних вода чине појаве са температуром од 20-40 °С, а око 20 % са температуром од 30-40 °С.

Издашност свих појава природних извора термалних и термоминералних вода је већа од 1200 l/s. Овај параметар је индикатор повољних хидрогеолошких карактеристика терена до дубине од око 2000 m, до које се највећи број тих вода формира као термоминералне воде, и индикатор повољних услова за изналажење нових количина, тј. повећање садашњег хидрогеолошког потенцијала бања.

Термалне и термоминералне воде природних извора и бања су значајан и први индикатор геотермалне потенцијалности територије Србије. Ове воде изнесу из земљине коре у интервалу дубине до око 2000 m геотермалну енергију, тј. топлотну енергију или топлоту у еквивалентном износу од око 300.000 тона нафте годишње, што износи нешто мање од 10 % од количине нафте коју Србија увезе годишње. Највећи део те енергије се практично расипа у ваздух, зато што се она користи за топлификацију само на неколико локалитета: Врањска бања, Куршумлијска бања, Јошаничка бања и Сијаринска бања.

Извори термоминералних вода које садрже значајне, тј. експлоатабилне количине слободног гаса CO_2, користе се за индустријску производњу минералних "стоних" или такозваних "киселих" вода. У Србији таквих производних погона или "фабрика" киселе воде има осам. Према броју појава извора киселих вода које би се могле користити за исте сврхе, тих фабрика би могло бити дупло више.

Укупна издашност свих природних и вештачких појава, тј, извора и бушотина износи више од 4.500 l/s. Од тога је највећи број појава са издашношћу до 30 l/s.

3. Стање истражености хидрогеотермалних ресурса и могућности отварања нових бања

Хидрогеотермална истраживања у подручјима бања и бањских комплекса у Србији су релативно новијег датума, тј. врше се последњих десетак година. Пре тога њихова истраживања су вршена у склопу општих хидрогеолошких истраживања, тако да због тога резултати нису били увек на нивоу очекивања. Почетак тих истраживања на неким локалитетима датира из периода између Првог и Другог светског рата. Захваљујући развоју употребе геотермалне енергије, односно геотермалним истраживањима која су у Србији почела 1975. године, дошло је до убрзања хидрогео-термалних истраживања у многим бањама зато што су оне, као што је напред речено, уједно и хидрогеотермалне појаве. То је било и логично, јер је у бањама најинтензивније коришћење геотермалне енергије. Међутим, због недостатка средстава најчешће, због разних других проблема и слабости, није још у потпуности истражен ниједан хидрогеотермални систем ниједне бање. Садашњом кризом све активности на том пољу су прекинуте до даљњег. Последица таквог стања је да највећи број бања не располаже Елаборатима о резервама термалних и термоминералних ресурса, тј. вода и геотермалне енергије, или слободног гаса CO_2. Ако би се закон дословно примењивао само неколико бања би могло да добије експлоатационо право на воду и њена својства на којима се оне заснивају. Ниједна бања још нема концесију на минералне ресурсе које експлоатише, тј. на воду. Повољно је што су на већини хидро-геотермалних локалитета и у свим бањама започела истраживања у мањем или већем обиму, али су она нажалост практично прекинута у већини од њих.

Степен истражености хидрогеотермалних ресурса на територији Србије није равномеран. Међутим, постоје прелиминарни резултати и оцене њене геотермалне потенцијалности, који су веома добри. Такође постоје и изванредни резултати хидро-геотермалних истраживања у подручјима ван постојећих бања. Откривена су велика налазишта термалних вода у обиму којих се могу практично код сваке бушотине са термалном водом формирати бањски, односно спортско-рекреациони и рехабилитациони центри.

4. Значај метеоролошких података у склопукомплексног изучавања бањских ресурса

Метеоролошки подаци имају вишеструки значај за бање, односно бањска места. На првом месту то је познавање метеоролошких карактеритика подручја бање и њене околине као део општих климатских карактеристика. Ти подаци су до сада због балнеолошких изучавања, којима се баве медицински стручњаци - балнеолози били од прворазредног значаја, зато што су метеоролошка испитивања старија од хидрогеолошких, и што се у балнеологији лековито дејство подземних вода не посматра одвојено од климатског фактора, већ у садејству са њиме. За климатска места, тј. локалитете где нема хидрогеотермалних појава, метеоролошки подаци представљају непроцењив значај, јер су климатски ресурси главни, исто као што су хидрогеотермални за бање. Њихов значај је утолико већи, што је старост осматрања, тј. података већа. Наиме, већа старост метеоролошких података указује на већи квалитет климатских ресурса, поготово што се метеоролошким осматрањима доказује уједначеност или променљивост метереолошких и климатских параметара.

Други значај метереолошких података у подручју бањских локалитета је што се њиховим изучавањем добијају подаци који указују на утицај бањских хидрогеолошких и хидрогеотермалних ресурса са површи терена на атмосферу, тј. на стварање специфичне микроклиме око зона истицања бањских вода. Овај аспект значаја микрометеоролошких података је интересантан, не само за балнеологе и метеорологе, већ и за хидрогеологе због сагледавања и проучавања конвективног преноса топлоте и гасова из земље у атмосферу, односно на конвективно губљење геотермалне топлоте. Наиме, свугде у свету где су вршена одговарајућа испитивања, нарочито метеоролошка, доказано је да се око свих термалних извора веће издашности, без обзира да ли су око њих

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

формиране бање или не, створена посебна микроклима са карактеристичним и специфичним режимима појединих параметара. Због тога у многим бањама утицај микроклиме је у садејству са лековитим дејством хидрогеотермалних ресурса.

Трећи значај изучавања метеоролошких карактеристика у подручју бања и њиховој околини је у склопу оцене резерви хидрогеотермалних флуида, који, као што је раније наведено, истичу из земљине коре у подручју бања. Овом проблематиком у нашим условима баве се хидрогеолози а претходним аспектима балнеолози.

5. Досадашње стањеметеоролошких осматрања у бањама Србије

У Србији постоји 49 локалитета који су регистровани као бањска и климатска места и природна лечилишта. Метеоролошка осматрања се не врше у њима на исти начин, нити од истог датума, како би то иначе требало да буде да би се изучили микроклиматски ресурси као балнеолошки фактор. Такође, због напред изнетог значаја, ни у једној бањи Србије метеоролошки подаци нису изучени на таквом нивоу детаљности да би се могао одвојено посматрати утицај микроклиматског фактора проузрокованог истицањем хидрогеотермалних флуида и њиховим утицајем на атмосферу и тло. Мереолошка осматрања у бањама Србије су, историјски и временски посматрано, започињана углавном, тек после проглашења датог локалитета за бању, ако се ради о локалитету који је "касно" откривен, или, ако се ради о локалитетима који представљају насеља настала због лековитог фактора, у склопу метеоролошких осматрања у насељима, као један уобичајен поступак у развоју метеорологије и њене службе.

Анализом података за одговарајуће станице у данашњим бањским локалитетима на подручју Србије, види се да се метеоролошка осматрања врше у 29 бања. У неким од њих она су прекидана, дуже или краће у зависности од различитих узрока, односно нису била у континуитету. Ти подаци су приказани у табели 1. Од 49 бањских места и бања, метеоролошка осматрања се врше у само 17 од њих. За 12 бања метеоролошка осматрања се не врше у њима, већ у оближњим насељима. Тип осматрачких станица у бањама није уједначен. Присутне су све њихове врсте: падавинске станице, главне метеоролошке станице и климатолошке станице. Такође, може се уочити да је до 1995. године било у функцији 12 падавинских станица, а упола мање главних метеоролошких и климатолошких станица (Табела 1).

6. Хидрогеолошки аспект метеоролошких осматрања у бањама Србије

За потребе изучавања порекла, интензивне експлоатације, одређивања резерви, коришћења, заштите и конзервације хидро-геотермалних и осталих природних бањских ресурса неопходна су комплексна, уопштено говорећи, хидрогеолошка испитивања и истраживања. У њиховом склопу, у појединим фазама, а нарочито за потребе оцене резерви, се јавља и потреба за метеоролошким испитивањима.

У склопу хидрогеолошких, односно хидрогеотермалних испитивања метеоролошка испитивања могу да се користе у склопу примене различитих хидрогеолошких и хидрогеотермалних метода и у различитим фазама истраживања.

У фази проспекције хидрогеотермалних ресурса метеоролошка испитивања су значајна при испитивању скривених места истицања појединих гасова из земље који се не могу детектовати на основу мириса или боје, или када су њихове концентрације у ваздуху мале. Ти подаци су важни при проспекцији ради откривања невидљивих зона истицања CO_2-гаса из тла у подручјима појава тзв. киселих вода. Такве зоне су директан индикатор скривених делова хидрогеотермалних резервоара или покривених транзитних зона и зона истицања угљокиселих вода. У таквим подручјима и у њиховој околини потребно је вршити детаљна метереолошка испитивања на реперним станицама и по одређеној мрежи како би се на основу садржаја испитиваног гаса у ваздуху, његове температуре и других параметара индицирале зоне истицања у атмосферу и промене њених микрометеоролошких карактеристика. Мерења температуре ваздуха и тла, такође су важна метеоролошка испитивања која треба да се врше у бањама, јер могу у току проспекције да помогну у циљу откривања скривених места истицања геотермалних вода близу површи терена. На основу температуре ваздуха може се приближно одредити дубина границе са константном годишњом температуром, која је значајна за тумачење дубине до које циркулишу термалне или термоминералне воде на датом локалитету.

Метеоролошка испитивања падавина су значајна у склопу изучавања порекла бањских вода преко изотопа. Наиме, природни изотопи лаких елемената су најбољи индикатор порекла

Табела 1. Периоди рада метеоролошких станица у бањама Србије (ГМС-главна метеоролошка станица; КС-климатолошка станица; ПС-падавинска станица; СПР-станица са прекидом у раду)

Ред. бр.	Назив бање	ГМС	КС	ПС	СПР
1.	Палић	1945-1997			
2.	Бечеј	1945-1997			
3.	Б. Русанда			1945-1997 (Меленци)	
4.	Сланкамен			1945-1997 (Крчедин)	
5.	Обреновачка			1946-1997	
6.	Ковиљача	1951-1997 (Лозница)		1946-1997	
7.	Селтерс				1953-1979 (Младеновац)
8.	Пал. Кисељак	1946-1997			
9.	Буковичка		1947-1997		
10.	Врујци			1941-1997 (Мионица)	
11.	Брестовачка			1955-1997	1948-1992 (Бор)
12.	Гамзиградска			1949-1997	
13.	Г. Трепча			1956-1997	
14.	Овчар			1949-1997	
15.	Матарушка				1951-1970
16.	Јошаничка		1965-1997		
17.	Врњачка		1948-1997		
18.	Соко		1941-1997		
19.	Рибарска				1956-1964
20.	Новопазарска		1951-1997		
21.	Луковска			1949-1997 (Луково)	
22.	Куршумлијска		1951-1997 (Куршумлија)		
23.	Нишка	1943-1997 (Ниш)			1955-1968
24.	Пролом			1954-1997	
25.	Звоначка			1949-1997 (Звонце)	
26.	Сијаринска				1955-1993
27.	Врањска	1944-1997			1956-1964
28.	Бујановачка				1948-1992 (Бујановац)
29.	Пећка	1946-1997 (Пећ)			
Сума		7	6	12	8

подземних вода. У склопу изучавања њихове генезе треба вршити и испитивања узорака метеорских вода, тј. падавина. Да би се то извело потребно је у датом подручју располагати одговарајућом густином станица за прикупљање узорака. Мора се рећи да је то у нашим условима тешко увек изводљиво на потребан начин, зато што се то може организовати само преко одговарајућих станица.

Највећи значај метеоролошких испитивања је у току израде симулационих хидрогеолошких модела терена појединих хидрогеотермалних система за потребе одређивања резерви воде у њима. Ова испитивања се могу поделити у две групе: испитивања у зони прихрањивања и испитивања у зони изворишта.

Метеоролошка испитивања у зони прихрањивања хидрогеотермалног система су потребна ради дефинисања улазних параметара као што су: количина падавина, њихов режим, изотопски састав, хемијски састав, температура ваздуха и ваздушни притисак.

Од метеоролошких испитивања у зони истицања хидрогеотермалних флуида, тј. у подручју изворишта најважније је осматрање промена ваздушног притиска. На основу његових вредности могу се добити индикативни подаци који указују на пространство резервоара у

хидрогеотермалном систему, односно на његову везу са предпостављеном зоном прихрањивања.

Из напред изнетог значаја извођења метеоролошких испитивања, не само при истраживањима хидрогеотермалних ресурса у бањама, већ и у осталим областима хидрогеологије, види се да треба да постоји координација активности између хидрогеолога и метеоролога при одређивању места метеоролошких станица у подручјима бања или у току истраживања њихових хидрогеотермалних система. Зато што такве сарадње до сада није било, то ни метеоролошка испитивања у бањама Србије нису обављана на адекватан начин у смислу хидрогеолошких захтева. Обзиром на такво стање, а да се оно убудуће не би понављало, најбоље би било да се локације метеоролошких станица у бањским подручјима постављају после консултација са хидрогеолозима. Ако нема могућности да се поставе нове метеоролошке осматрачке станице, тада би неке постојеће требало преместити на нове локације које су прикладније у хидрогеолошком смислу.

Горњи захтеви у вези метеоролошких осматрања у бањским подручјима не би имали никаквог значаја, ако их не би пратила систематска осматрања нивоа и притиска бањских вода у појединим хидрогеолошким осматрачким и експлоатационим објектима, што често није случај. Разлога за то има много. Један од њих је нерационалан однос према ресурсима од животног значаја, као што су геотермалне и минералне воде због који су постале бање. Последица тога је да се они недовољно цене и њихов значај минимизира у погледу бриге за сталним изучавањем. Они се схватају као "поклон природе" или "божији дар" неограниченог трајања о коме се не треба бринути, односно нека испитивања која су некад учињена су "довољна" и по схватањима оних који се брину о бањским ресурсима, углавном представљају финансијско оптерећење које треба по сваку цену смањити или избећи. Само у пар бања у Србији постоје стручњацихидрогеолози за бригу о ресурсима. У осталим бањама о ресурсима се "брину" они који у хидрогеолошком погледу имају лаичка схватања, а сва егзистенција таквих места је заснована на њима. На тај начин је створен један апсурд који представља само одраз једне високе нерационалности на свим пољима деловања, па и на пољу газдовања и управљања ресурсима, од чега нису имуни ни најплеменитији, као што су бањске воде.

7. Закључак

Метеоролошка испитивања имају значајно место у склопу комплексних истраживања и испитивања бањских ресурса, од којих су хидрогеолошка међу најобимнијим и најзначајнијим. До сада у бањама Србије метеоролошка испитивања нису вршена на комплексан и интегралан начин, већ само ради сагледавања, обично елементарних климатских параметара датог места. Пошто је значај метеоролошких испитивања и добијених резултата евидентан, то је потребно да се она изводе у пуној координацији метеоролога, хидрогеолога и балнеолога. Само на тај начин изведена метеоролошка испитивања имаће вишезначан смисао и оправдати уложена средства у постављање модерних осматрачких станица.

8. Литература

Миливојевић, М., 1994: Праћење промена климе на основу геотермалних испитивања у бушотинама. Геол. анали Балк. пол., књ. 58/2, Београд, 265-284.

Миливојевић, М., Миљевић, Н. & Голобочанин, Д., 1995: Испитивања стабилних изотопа у геотермалним водама Србије (Stable Isotope Study of geothermal Waters in Serbia). Glasnik Srpskog hemijskog drustva (Bulletin Soc. Him.) Београд, 157-158.

Миливојевић, М. & Никић, З., 1995: Значај хидрогеолошких карактеристика околине бањских места Србије за одређивање локација метеоролошких станица. У: Зборник радова, саветовање "Место и значај минералних вода у развоју бањских и климатских места Југославије", 05-07.10.1995. Врњачка Бања, Београд, 143-150.

Миливојевић, М., Никић, З. & Мартиновић, М., 1995: Значај хидрогеолошких услова за избор локација падавинских станица у бањским местима Србије. У: Зборник радова, саветовање "Место и значај минералних вода у развоју бањских и климатских места Југославије", 05-07. 10. 1995. Врњачка Бања, Београд, 151-159.

Фондовска документација Републичког хидрометереолошког завода Србије.

ПРАЋЕЊЕ И АНАЛИЗА ВОДНОГ РЕЖИМА - УЛОГА И ЗНАЧАЈ ДОПУНСКЕ МРЕЖЕ СТАНИЦА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ У ПРИВРЕДИ И ВОДОПРИВРЕДИ

Борјанка Палмар, дипл.инж.грађ., Мира Ивљанин, дипл.инж.грађ., Ивица Николић, дипл.инж.геол.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

In this paper it is given a review of methods of observation and measuring of surface and subsurface water regime elements in the Hydrological Department of the Republic Hydrometeorological Service of Serbia. An accent is put on the importance of data collected from the Network of hydrological and meteorological stations that are designed and established on additional demand of water management organizations. Also an analysis is given of the subject matter of yearbook studies with published results of observations and measurements from that type of network.

Абстракт

У овом раду се даје преглед праћења режима површинских и подземних вода у Хидролошком сектору Завода. Посебан нагласак је стављен на значај података са допунске мреже хидролошких и метеоролошких станица које се оснивају на траженим профилима односно локацијама ради задовољења специфичних захтева код пројектовања у привреди и водопривреди. У раду се даје анализа садржаја годишњег елабората са резултатима осматрања и мерења у профилу наменски основане станице допунске мреже.

Увод

Елементи површинских односно подземних вода који се осматрају и мере на успостављеној станици Допунске мреже одговарају елементима који се осматрају и мере на станицама Основне мреже станица површинских односно подземних вода.

Хидролошке станице Основне мреже територијално су, приближно равномерно, у оквиру Хидролошког сектора подељене на седам реонских центара, тако да новоосноване допунске станице припадају у смислу одржавања одговарајућим теренским јединицама.

Задужења радника хидролошких реонских центара су у вези послова на станицама површинских вода, како основне тако и допунске мреже, садржана у следећем: пројектовање, изградња и одржавање водомера, уклањање ситнијих недостатака или кварова на инструменту и позивање Техничке службе за уклањање крупнијих проблема, контролно нивелисање коте нуле водомера према државном нивелману, одабирање мерних профила и постављање сталних белега, вршење хидрометријских мерења по планираном годишњем распореду са циљем обухватања целе амплитуде нивоа, снимање попречних и подужних профила тока према утврђеном плану, узимање узорака, обука и контрола осматрача, као и одређени послови примарне компјутерске обраде.

Група за подземне воде врши пројек-товање и надзор при бушењу и уградњи, као и периодичну контролу пијезометара. Задужења радника хидролошких реонских центара на пословима одржавања станица су контролно нивелисање коте нуле, чишћење пијезометара по утврђеном плану, уклањање ситнијих недостатака, одржавање инструмената за континуално праћење, обука и контрола осматрача, узимање узорака и одређени послови примарне компјутерске обраде.

Праћење водног режима

Водостај реке или језера је одстојање површине воде од утврђене нулте равни. Нивои река, језера и акумулација се користе непосредно у хидролошким прогнозама и за разграничење плавних зона и посредно за пројектовање хидротехничких и других објеката. Низови водостаја се добијају успостављањем систематских осматрања на референтном водомеру - водомерној летви или лимниграфу. Када су корелисани са мереном брзином односно протоком, водостаји се користе као основа за прорачун низова протицаја или промене запремине.

Приликом успостављања допунске станице, прегледом терена треба утврдити да ли физичке и хидрауличке карактеристике предложеног места задовољавају захтеве за осматрање нивоа воде. Место које је одабрано за осматрање водостаја треба да одговара сврси због које се подаци прикупљају, треба да има лак приступ и да се може наћи осматрач чак и када се поставља лимниграф. Водомере на великим воденим површи-нама треба лоцирати тако да се не осети неповољан утицај јаких ветрова. Хидраулички услови су битан чинилац у одабиру места на водотоцима посебно где се нивои прерачунавају у протицаје.

Водомерна станица се састоји од једног или више референтних водомера. Када се не тражи континуални запис водостаја поставља се само водомерна летва. Уобичајено је међутим да се захтева континуални запис и стога се лимниграф инсталира заједно са референтним водомером.

Вертикални или коси водомер се састоји од летве са скалом која је означена или причвршћена на одговарајућу површину. Овакви водомери треба да задовоље следеће функционалне захтеве:

а) треба да су прецизно и јасно означени
б) треба да су трајни и лаки за одржавање
ц) треба да се једноставно постављају и користе.

Материјал од кога је водомер направљен треба да је трајан, поготово у променљивим условима мокро - суво, отпоран на хабање и брисање ознака. Материјал треба да има малу дилатацију у односу на промене температуре или стално квашење.

Градуисање вертикалног водомера мора бити јасно и перманентно или на глаткој површини или на мерној летви. Цифре морају бити прецизно обележене тако да им је доња ивица уз црту на коју се односи. Градуисање косог водомера може се извршити на летви или директно на глаткој површини, као и на претходно израђеним мерним плочицама постављe-них тако да одговарају одређеном нагибу косине. Плочице косог водомера треба калибрисати на лицу места прецизним нивелисањем са контролним репером.

Водомер је пожељно лоцирати на самој обали тако да се може вршити директно очитавање. Ако је то непрактично због јаких турбуленција, ефекта ветра, или неприступачности, мерења нивоа се могу вршити у пригодним умирујућим бунарима где је смањен утицај таласа, а ниво површине воде прати промене нивоа у водотоку. Да би се то обезбедило треба правилно пројектовати и лоцирати бунаре.

Водомер се лоцира што је могуће ближе одабраном хидрометријском профилу без утицања на услове течења у њему. Не треба га лоцирати тамо где је вода турбулентна или постоји могућност оштећења речним наносом. Мостовски опорци и стубови су у принципу неповољније локације од степеништа с једноставним приступом. Мерна летва или плочице треба да су фиксиране на основу, али треба да се омогући и скидање летве или плочица ради одржавања или подешавања. Ивице мерне летве треба да су заштићене.

Одговарајућу основу за вертикални водомер представља вертикални зид чије је лице паралелно току реке. Мерну летву или плочице треба фиксирати на зид. Водомер се може фиксирати и на шипу који је или чврсто побијен у корито или обалу или уграђен у бетон тако да нема слегања или нагињања. Скале на тако постављеној серији степенастих водомера имају адекватно преклапање. Коси водомер се поставља да прати контуру речне обале. Пожељно је да је нагиб обале такав да се поставља водомер константног нагиба, међутим некад је потребно направити коси водомер из неколико секција различитог нагиба.

Лимниграф с пловком има пловак који се креће у умирујућем бунару, челичну сајлу, контра-тег, котур и писач. Пловак региструје флуктуације и позиционира сајлу а тиме и писаљку. Постављање водомера са пловком треба да омогући мерење водостаја при свим нивоима од испод најнижег до изнад највишег очекиваног нивоа. Пловак се прави од трајног материјала отпорног на корозију и блато; треба да је непропусан и да функционише у потпуно вертикалном правцу.

Функција бунара је:

а) смештај инструмента и заштита система пловка;
б) обезбеђење истоветности нивоа воде у бунару и реци;
ц) утишавање осцилација водене површине.

Функција захвата је:

а) да омогући да вода уђе или изађе из бунара тако да се вода у бунару одржава на истом нивоу као у водотоку под свим условима течења;
б) да контролише ефекте кашњења и осцилования у бунару.

Лимниграфи на притисак су једноставни и доста робустни. Обично се састоје од сензора за притисак, писача везаног на њега преко система котурова, и траке коју окреће сат.

У принципу, механички лимниграфи се могу класификовати као аналогни и дигитални. Аналогни даје графички запис, а дигитални уписује кодиране вредности у меморију у задатим интервалима. Аналогни се могу даље класификовати као лимниграфи са континуалним записом и интервалним записом (дневним, недељним...).

Праћење режима подземних вода прве фреатске издани врши се преко осматра-чких објеката пијезометара. Опште геолошке, хидрогеолошке и хидродинами-чке карактеристике одређеног подручја предодређују решења за постављање пијезометара. Након уградње пијезометра врши се праћење промена нивоа подземних вода континуално преко лимниграфа и периодично осматрањем тј. мерењем дубине (од утврђене коте нуле на врху пијезометра) до нивоа воде неким од прибора - пиштаљком и пантљиком, преко дигитала, аутоматским мерачима.

Нула водомера треба да се корелише са државним нивелманом преко репера станице. Тај однос треба да се контролише најмање једном годишње. Однос између нуле водомера и других делова водомера треба повремено проверавати. Што је могуће дуже треба нулу држати истом. Грешка трансфера са репера на станицу не треба да је већа од ± 1 mm. Белег треба да је фиксиран у бетонском блоку или сличном узвишењу над земљом, због смрзавања. Белег треба да је корелисан са државним нивелманом.

Мерења протицаја у хидрометријском профилу се класификују као: појединачна мерења, ограничен број мерења или повремена мерења протицаја. Такође могу да се врше симултана мерења протицаја на суседним сливовима или на профилима на истом водотоку када треба утврдити њихову међузависност.

Обилазак терена ради одабирања хидрометријског профила се врши да би се утврдило да ли су физичке и хидрауличке карактеристике предложеног места у складу са захтевима одговарајућих техничких прописа односно стандарда. Неколико таквих прегледа под различитим условима течења је потребно да се утврди да локација није подложна изливању у широку инундацију, сталном или повременом успору, бујној вегетацији у кориту за велику воду, загушењима ледом (ледени чепови), формирању спрудова при малим вода и рачвању тока итд. Локација треба да се бира тако да може да се мери цео опсег при свим појавама.

Посебна пажња при одабиру локације се посвећује следећем:

а) места где је вегетација јако изражена треба избегавати, ако је могуће,
б) не сме да буде вирова, стајаће воде и других неправилности течења,
ц) избегавати профиле који се леде,
д) приступ месту треба да је могућ под свим условима.

После прелиминарног обиласка, треба обавити и топографски снимак приликом избора сталног места за погодни мерни профил. То укључује ситуациони план предвиђене локације са назначеном ширином воденог огледала при радном водостају, означене линије природних обала корита за средњу воду, означене линије свих прелома нагиба обала, као и ножице и круне одбрамбених насипа.

Детаљно геодетско снимање деонице се може проширити преко плавне зоне до висине знатно изнад највеће очекиване велике воде. Равни снимања и сондирања треба да су довољно близу да открију све карактеристичне преломе контуре обале. Дно корита треба пажљиво испитати да би се утврдило да ли има крупног камења и громада посебно у близини мерног профила.

Положај сваког попречног пресека треба да је дефинисан на обалама јасно видљивим и читљивим идентификационим сталним белезима.
Тамо где у нормалном мерном профилу нема довољне дубине да се задовоље захтеви мерења или где су изразито мале брзине при

ниским водостајима, протицај се може мерити на истој деоници на другом профилу који је погоднији под тим условима, а није задовољавајући за високе водостаје.

Треба изградити погодан приступни пут до профила ради безбедног пролаза особља и возила и преноса инструмената и опреме при свим метеоролошким и хидролошким условима.

Све кључне тачке профила треба да су перманентно маркиране на земљи белезима укопаним у земљу до дубине која спречава њихово померање. Сталне тачке попречног профила треба да су тако постављене у линији попречног пресека да олакшају понављање нивелисања или сондирања код провере пресека.

Након конструкције водомерне станице треба обавити дефинитивно снимање.

Када се дубине мере сондирком или сајлом у односу на површину воде, треба вршити честа читања водостаја на референтном водомеру да би се мерења кориговала на исту раван. Нетачности при сондирању су најчешће последица следећих појава:

а) Одступање од вертикале приликом мерења сондирком или сајлом, посебно у дубокој води. Код сондирања сајлом долази до одступања у односу на вертикалу због утицања речне струје на саму сајлу и на тег.
б) Проблем пробијања дна сондажним тегом или штанглом се решава причвршћивањем базне плоче.
ц) Утицај камених громада на дну може се редуковати вишеструким понав-љањем сондирања.
д) При коришћењу ехо-сондера фине наслаге могу дати двоструки ехо. Горњи ехо нормално даје ефективну дубину али даља мерења су потребна да би се утврдио узрок.

Код мерења крилом, крило се користи за мерење брзине речног тока. Крило се држи у жељеном положају штанглом нивелирком у било којој вертикали у плитким рекама, или спуштањем кабла или штангле с моста, сталне жичаре или укотвљеног брода код већих река.

Годишњи резултати осматрања и мерења

По истеку године, односно по завршетку прикупљања података са терена од осматрача о водостајима и нивоима подземних вода, машинске обраде лимниграфских трака, као и примарне обраде попречних профила и измерених протицаја, врши се контролна анализа по билансним чворовима, а затим у елабо-ратима публикују годишњи резултати осматрања и мерења на траженим профилима Допунске мреже.

Годишњи резултати осматрања нивоа подземних вода обухватају израду ситуацио-них планова распореда пијезометара, прегледе геолошких профила бушотина, хидрогеолошке профиле прерадних места, упоредне нивограме парова пијезометара, криве трајања и учесталости нивоа подземних вода, прегледе температуре воде, и друге анализе према потреби.

Стандардни елаборат садржи податке о локацији и историјату хидролошке станице, прегледну карту слива, попречни профил станице, годишње прегледе водостаја, прегледне таблице измерених протока, писане и цртане криве протицаја, годишње прегледе протицаја, табеле и дијаграме трајања и учесталости водостаја и протицаја, а за поједине кориснике и годишње прегледе температуре воде и псамолошке анализе. Код израде претходних анализа и студија некад се захтева и прорачун годишњег отицаја са припадајућег слива анализирањем временских серија метеоролошких података са климатолошких и падавинских станица, напр. у сливу Груже.

Значај оснивања станица Допунске мреже

Пре изградње односно пројектовања великих хидротехничких објеката инвеститор је законски обавезан да финансира оснивање хидролошких стани-ца ради сагледавања режима површинских вода односно проучавања карактеристи-чних протицаја. Уобичајено је да та истражна осматрања и мерења обухвате период од неколико хидролошких година.

Након изградње капиталног хидротех-ничког објекта остаје предузећу које њиме управља обавеза да организује праћење режима површинских и подземних вода ради утврђивања последица изградње односно утицаја изграђеног објекта на околину.

У циљу проучавања и објективног приказивања потенцијалних резерви подземних вода битних за планирање водоснабдевања градова и индустрије, степена њиховог искоришћења, као и одбране од њиховог негативног утицаја - напр. повишења нивоа подземних вода услед антропогених утицаја у сливу - неопходно је

редовно систематско праћење режима подземних вода. Изградњом водопривредних објеката може се изменити природни режим подземних вода, па је анализа прикупљених података у дужем периоду од изузетног значаја за познавање као и предвиђање промене режима подземних вода. Између осталог, тиме се ствара претпоставка за отклањање или бар ублажавање негативних последица таквих промена у приобаљу.

Завод је у протеклом периоду у циљу решавања конкретних захтева водопри-вреде организовао и вршио осматрања и анализу режима подземних вода у приобаљу изграђених вештачких језера као и у профилима планираних објеката преко мреже наменски оснивани станица подземних вода - акумулације Ћелије, Бован, Пањуви Виш, Фијерза, Ђердап, Завој, Семедраж и друге.

Што се тиче наменског оснивања метеоролошких станица за потребе водопривреде, то је уобичајено код пројектовања брана јер се сматра да станице морају да буду висински и просторно репрезентативне да би се прецизно дефинисао просечни дотицај у акумулационо језеро, и тиме правилно димензионисао хидротехнички објекат за захтевано изравнање. Након анализе максималних падавина (остварених и вероватних) на сливу по прихваћеној методологији, димензионишу се простор за прихватање таласа и евакуациони органи.

Након изградње бране и формирања акумулационог језера, наменски основане метеоролошке станице (на којима се мере падавине и температура ваздуха) имају своју примену напр. код концептуалних хидролошких модела који континуално моделирају отицај генеришући доток од киша и топљења снега. Дуготрајним осматрањима елемената потребних за прорачун потенцијалног испаравања, може се утврдити има ли утицаја вештачког језера на микроклиму околине.

Дуги низ година Завод, оснивањем допунске мреже станица, остварује успешну сарадњу са привредом у домену хидролошких осматрања и мерења. Завод је учествовао у изради хидролошких подлога за решавање проблема водоснаб-девања више градова у Републици - Ваљева, Параћина, Ћуприје, Крагујевца, Рековца, Врњачке Бање, Краљева, Урошевца, Аранђеловца и других. Завод на захтев комуналних предузећа или општина, организује и врши систематска мерења и осматрања на токовима од интереса за водоснабдевање : на Јабланици, Кладници, Турији, Качеру, Угљешници, Дуленки, Јасеници, Грошници, Каленићкој, Гружи, Борачкој, Ресави, Миросави, Грзи, Црници, Расини, Лепенцу и Големој реци, Вејској, Студеници, Лопатници, Гвоздачкој, Великом Рзаву, Дичини, Топлици, итд., а за потребе Електропривреде Србије на Дрини, Лиму, Бистрици, Црном Рзаву, Малом Рзаву, Височици, Власини, Лужници, Градској, Тегошници, Плавској, Пећкој Бистрици, Ношници, Моравици, Нишави, Топло-долској, и на другим рекама.

На водотоцима пресеченим државном границом, у зони граничног појаса или у непосредној близини, Завод је у сарадњи са водопривредом оснивао станице на улазним профилима за потребе газдовања водама: на свим банатским рекама пресеченим југословенско-румунском гра-ницом, на каналима на југословенско-мађарској граници, а за станице на Јерми и Нишави и притокама су рађени елаборати ради анализе и утврђивања количине воде преведене у други слив. Хидролошке станице су успостављене и на свим излазним профилима на рекама које припадају јадранском и егејском сливу. У том смислу је значајна израда годишњих елабората метеролошких осматрања и хидролошких осматрања и мерења површинских и подземних вода на сливу Белог Дрима с циљем заштите приобаља од утицаја успора акумулације Фијерза.

Оснивањем допунских станица задово-љавају се нарасле потребе привреде и водопривреде и обезбеђују неопходне подлоге за пројектовање на конкретном профилу. Основна мрежа станица има за циљ да обезбеди поуздане информације о глобалном стању и променама водних ресурса. Подаци са станица основне мреже са дугим низовима осматрања чине основу за параметарске и статистичке анализе. На основу тих основних анализа врше се специфичне анализе података са допунских станица - унутаргодишња расподела отицања, анализе хомогености низа, попуњавање и продужавање низова средњих месечних протицаја, регионалне анализе, мултиваријационе регресионе анализе итд.

Одатле следи да се прогушћавањем мреже допунским станицама, омогућава детаљ-није сагледавање водних ресурса, односно просторне расподеле одређене хидролош-ке величине. Изградњом мреже допунских станица, мрежа постаје динамична - прилагодљива потребама за квалитетним подацима на недовољно изученим сливовима, посебно изворишним деловима.

ЗНАЧАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ ПОДАТАКА ЗА ПРОРАЧУН ОПТЕРЕЋЕЊА ГРАЂЕВИНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

Проф. Гојко Ненадић, дипл.инж.грађ.
Грађевински факултет Подгорица, 81000 Подгорица, Цетињски пут бб.
Мр Љиљана Ђукић, дипл.инж.грађ.
Факултет техничких наука, Грађевинско-архитектонски одсек
21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6

Abstract

Set of standards JUS U.C7.110-113 and JUS U.H2.110 dealing with wind actions on structures, published in 1991., are significantly different from previous Yugoslav Technical Codes. New standards are mostly based on principles adopted in EC1: Basis of design and actions on structures, Part 2-4: Action on structures - Wind Action.
Use of new standards in our civil engineering practice during last few years caused some dilemmas and doubts, not dealing with basic principles but with correctness of certain numerical values, which influence on safety and economical design of structures is of great importance. That is the reason why the meteorological data, which are crucial for defining the wind action on structures, should be updated.
***Key words:** wind action, reference wind velocity, Yugoslav Technical Codes, Eurocode 1.*

Апстракт

Године 1991. објављена је група стандарда ЈУС У.Ц7.110-113 и ЈУС У.Х2.110 који се односе на оптерећење конструкција ветром и који се битно разликују од до тада важећих Техничких прописа. Наведени стандарди засновани су већим делом на принципима садржаним у Еврокоду ЕС1: Основе прорачуна и дејства на конструкције, чији се део 2-4 односи на оптерећење ветром (Wind action).
Након вишегодишњег искуства у њиховој примени, стеченог у свакодневној инжењерској пракси, не доводећи у питање основне принципе, појавиле су се дилеме и сумње у ваљаност неких нумеричких вредности од којих битно зависе сигурност и економичност конструкција. Из тих разлога се наметнула потреба за поновном обрадом метеоролошких података потребних за прорачун оптерећења од дејства снега и ветра.
***Кључне речи:** дејство ветра, основне брзине, Југословенски стандарди, Еврокод ЕС1*

1. УВОД

Ступањем на снагу групе стандарда ЈУС У.Ц7.110-113 и ЈУС У.Х2.110 приступило се на један потпуно нов начин прорачуну оптерећења ветром грађевинских конструкција, који се битно разликује од раније примењиваног, а садржаног у Привре-меним техничким прописима за оптере-ћење зграда (ПТП-2, 1948) и Техничким прописима о дејству ветра на носеће челичне конструкције (Сл.лист СФРЈ бр. 41/1964). Како су ови ЈУС-еви показали извесне мањкавости, а израда Националних докумената за примену система Еврокодова је у току, указала се прилика и потреба да се ови пропусти исправе.

Земље Европске економске заједнице раде на припреми јединствених усклађених Европских стандарда за област грађевинског конструктерства, који су названи Еврокодови за конструкције и чије доношење има за циљ изједначавање услова пројектовања и грађења конструкција зграда и других грађевинских

објеката у будућој уједињеној Европи. Од предвиђених девет посебних Еврокодова први Еврокод ЕС1 се односи на Основе прорачуна и дејства на конструкције, чији се део 2-4 односи на оптерећење ветром. За примену појединих Еврокодова у Југославији, на нивоу европског предстандарда (ENV), неопходни су израда и доношење одговарајућег Нацио-налног документа за примену (НАД). Овим документом омогућила би се, током прелазног периода, паралелна примена Еврокодова и постојећих националних прописа.

С обзиром да брзина ветра представља основни податак при прорачуну оптерећења ветром и према сада важећим ЈУС-евима и према касније важећем Еврокоду ЕС1, а у суштини је податак који региструју и обрађују метеоролошке службе, веома је битно да се стручним круговима метеоролога приближе потребе грађевинских конструктера. Стога ће се у раду указати на сличности и разлике у наведеним прописима и стандардима, као и на потребе за одређеним подацима неопходним за коректну примену важећих ЈУС-ева и будућу примену Еврокода ЕС1.

2. ПРИВРЕМЕНИ ТЕХНИЧКИ ПРОПИ-СИ (ПТП) И ТЕХНИЧКИ ПРОПИСИ

У наведеним Техничким прописима параметри који утичу на величину дејства ветра могу се сврстати у три категорије:

- брзина и правац ветра, као и ударно дејство ветра,
- конфигурација терена, географски положај, заштићеност објекта у односу на околину и
- облик и димензије елемената, односно конструкције, као и положај елемената у односу на конструкцију и на правац ветра.

Утицаји из прве и друге групе обухваћени су избором величине **основног оптерећења ветром дефинисаног као притисак**, а чије су вредности дате табеларно. Величина основног оптерећења ветром (q) изражена је преко брзине ветра (v):

$$q = \frac{v^2}{16}\left[kg/m^2\right]$$

У датом изразу брзина ветра зависи од:

- географске зоне ветра,
- локалног положаја објекта и степена његове заштићености од дејства ветра, и
- висине објекта.

Стварно оптерећење ветром дефинисано је као производ основног оптерећења ветром, коефицијента облика и површине објекта која је изложена дејству ветра.

$$w = q \cdot c \cdot A\ [kN]$$

3. ЈУГОСЛОВЕНСКИ СТАНДАРДИ

Од 1992. год. обавезна је примена групе стандарда ЈУС У.Ц7.110-113 и ЈУС У. Х2.110 који се односе на оптерећење ветром грађевинских конструкција и по којима се цео концепт прорачуна битно и из основе мења, а заснива се на познавању **основне брзине ветра**.

Према стандарду ЈУС У.Ц7.110. оптере-ћење ветром је динамичко оптерећење случајног карактера (стохастичка пореме-ћајна сила) које се третира као квази-статичко, а делује у хоризонталним равнима. У математичком смислу оптерећење ветром је стационаран процес а јавља се као последица брзине и турбулентног карактера струјања ваздуха који се једино могу описати апаратом теорије вероватноће и математичке статистике.

Оптерећење ветром рачуна се као производ аеродинамичког притиска ветра (уместо до сада примењиваног основног оптерећења ветром); коефицијента силе или притиска (до сада коефицијента облика) и површине објекта изложене деј-ству ветра.

$$w = q_{g,T,z} \cdot C \cdot A\ [kN]$$

Аеродинамички притисак ветра зависи од:

- физичких особина ваздуха,
- правца и брзине ветра,
- топографије и храпавости терена и
- особина конструкције, односно материјала и крутости конструкције.

$$q_{g,T,z} = \frac{\rho}{2} \cdot (v_{m,50,z} \cdot k_t \cdot k_T)^2 10^{-3} \cdot S_z^2 \cdot K_z^2 \cdot G_z$$

На вредност аеродинамичког притиска велики, чак доминантан утицај, има управо **основна брзина ветра** $v_{m,50,z}$, која је дата картом изотаха брзине ветра и нумеричким вредностима по метеоролошким станицама. С обзиром да овај податак представља базу, тј. фундамент за цео каснији прилично обиман поступак прорачуна, мора се обратити посебна пажња на одређивање вредности основне брзине ветра.

Према међународном договору, за **основну брзину** ветра узима се брзина ветра која је забележена на анемографу чији је пријемник постављен на 10 m изнад равног и отвореног

терена. Ова се брзина сматра **референтном брзином**. Према важећим Југословенским стандардима основна брзина ветра $v_{m,T,10}$ је **осредњена брзина ветра у једночасовном интервалу**, која може бити достигнута једном у Т година, добијена из анемографских записа при висини инструмента од 10 m изнад посматраног терена. Период времена Т је **повратни период** брзине ветра, изражен у годинама, у коме брзина ветра не прелази задату вредност v.

ЕВРОКОД ЕС 1

Према Еврокоду ЕС1, Део 2-4, сила ветра рачуна се као производ референтног притиска средње брзине ветра, коефицијента изложености, динамичког коефицијента, коефицијента силе и референтне површине:

$$F_w = q_{ref} \cdot c_e(z) \cdot c_d \cdot c_f \cdot A_{ref} \quad [kN]$$

Референтни притисак средње брзине ветра одређује се као производ густине ваздуха и референтне брзине ветра:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 \quad [kN/m^2]$$

Референтна брзина ветра v_{ref} је дефинисана као **10 минутна** средња брзина ветра на висини од **10 m изнад тла** на терену II **категорије**, која има годишњу **вероватноћу прекорачења 0.02** (обично се односи на средњи повратни период од 50 година), а одређује се као:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0}$$

где су:

c_{DIR} – коефицијент правца, који узима у обзир вероватноћу прекорачења максималне брзине ветра за различите правце унутар подручја угла од $\pm 15^0$. Максимална вредност овог коефицијента износи 1.0 и може се као таква усвојити уколико не постоје тачнији подаци.

c_{TEM} – коефицијент привремености, који узима у обзир вероватноћу прекорачења максималне брзине ветра за конструкције чији је век трајања краћи од једне године. Максимална вредност овог коефицијента износи 1.0 и може се као таква усвојити уколико не постоје тачнији подаци.

c_{ALT} – коефицијент надморске висине, који узима у обзир повећање брзине ветра са повећањем надморске висине локације. Максимална вредност овог коефицијента износи 1.0 и може се као таква усвојити уколико не постоје тачнији подаци.

$v_{ref,0}$ – основна вредност референтне брзине ветра.

У већини земаља чланица Европског комитета за стандардизацију (CEN) наведени коефицијенти имају вредност 1.0 (Аустрија, Данска, Финска, Француска, Грчка, Ирска, Холандија, Луксембург). Када се ради о примени Еврокода ЕС1 у Југославији, који обухвата основне принципе прорачуна и дејства на конструкције, за сада не постоје озбиљнији разлози за промену појединих одредби и неприхватање свих препоручених нумеричких вредности. Јасно је, међутим, да је за Југославију неопходно дефинисати све оне нумеричке вредности, које су у ЕС1 приказане посебно за сваку од 18 земаља чланица CEN-а, у којима се Еврокодови примењују. Ради се о **основним нумери-чким вредностима референтне брзине ветра**, које имају локални карактер, а одређују се статистичком обрадом нацио-налних података добијених осматрањем у току дужег временског периода.

Националним документом за примену Еврокода ЕС1 у Југославији, неопходно је, према утврђеним критеријумима дефинисати основне вредности референтне брзине ветра $v_{ref,0}$.

4. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ВРЕДНОСТИ ОСНОВНИХ БРЗИНА ВЕТРА ПРЕМА ЈУС-у И ЕС1

У југословенским стандардима за дејсто ветра, код одређивања основне брзине ветра не фигуришу коефицијенти правца и привремености. Коефицијент надморске висине такође не постоји у облику како је то дато у ЕС1, али постоји одредба по којој се за објекте на локацији чија је надморска висина већа од 1000 m усваја основна брзина ветра од најмање 35m/s, у колико не постоји тачнија вредност.

У даљем излагању указаће се у чему се, само у погледу одређивања меродавне брзине ветра, разликују наведени ЈУС-еви у односу на Еврокод ЕС1 - део 2-4 Wind Action, као и шта би требало даље предузети у циљу њиховог усклађивања.

Према ЈУС.У.Ц7.110. осредњена брзина ветра v_m одређује се на следећи начин:

1) Прикупе се анемографски подаци најмање 15-годишњих снимања,
2) Одреде се, анализом екстрема, годи-шњи максимуми осредњених брзина ветра за t=1h и интервалом осредњавања за сваку годину снимања.

3) Вредности основних брзина ветра из 2) коригују се уколико је потребно и своде на вредности које одговарају равном терену (класа храпавости Б) и на референтну висину од 10 m и
4) Из низа вредности из 3) одреде се, применом Фишер-Типитове дистрибуције типа I, вредности $v^{\beta}_{m,T,10}$ (m/sec) за повратни период од Т год. ...."

У наведеном ЈУС-у дате су: Привремена карта основних брзина ветрова $v^{\beta}_{m,50,10}$ (m/sec) у СФРЈ, као и Преглед привремених и приближних основних брзина ветра $v^{\beta}_{m,50,10}$ по појединим метеоролошким станицама у СФРЈ (екстремне брзине ветра осмотрене на метеоролошким станицама Југославије у периоду од 1951 до 1970. год.).

Према нашим истраживањима, до 1970. (тј. године која се наводи у ЈУС-у), у Србији су постојале само три метеоролошке станице са анемографима са периодом осматрања дужим од 15 година, а у Црној Гори ни једна. Према томе "екстремне брзине ветра осмотрене на метеоролошким станицама Југославије у периоду од 1951. до 1970. год." **могле су се извести само посредним путем на основу забележених вредности терминских осматрања**. Из литературе су познате и ове могућности, али увек уз напомену да се визуелним мерењем јачине ветра никада не могу добити оне вредности које су забележене инструменталном регистрацијом, као и да добијене вредности дају само *корисну помоћ* за оцењивање максималних удара ветра на одређеним климатским подручјима, с тим да каснија систематска истраживања треба да потврде њихову исправност и употребљивост. Сем тога, у писаним материјалима који су служили при изради карте и табела основних брзина јасно се указује на одређене недостатке као што су :"... то су осматрања која се врше три пута дневно у терминима 7, 14 и 21h ...." или " ... мора се имати у виду да се претежно ради о субјективном оцењивању брзине ветра од стране осматрача помоћу Wild-овог ветроказа и по Bofor-овој скали. Време за које осматрач субјективно врши осредњавање је 2 до 3 минута.

Као карактеристичан пример неадекватно одређене вредности основне брзине ветра може да послужи пример Новог Сада где је $v^{\beta}_{m,50,10}$ =35.0 m/s. Ова вредност дата у табели поменутог ЈУС-а истовремено представља највећу основну брзину ветра у Србији, не узимајући у обзир висинске станице.

После обраде података, како је наведено под 3), прописује се даљи начин обраде по Фишер-Типитовој дистрибуцији тип I да би се дошло до вредности основних брзина ветра $v^{\beta}_{m,T,10}$. Овде се поставља питање зашто се прописује овај тип расподеле, уз напомену да је учињена груба грешка јер би требало да стоји тип III уместо тип I.

У оквиру Еврокода ЕС1 не постоји посебна одредба о дужини периода и начину прикупљања основних података о брзини ветра јер се, с обзиром на светске токове у области метеорологије, подразумева да се подаци узимају из записа са анемографских трака које региструју податке током 24 часа у дану и чији непре-кинути период праћења и регистровања износи најмање 15 година. Како промене режима ветра зависе од сезонских услова, јасно је да период времена треба да буде што дужи, јер се добијају поузданији подаци. Такође у свету не постоји јединствен став о величини основног скупа података, односно колики је минималан број година опажања потребан за анализу. Међутим, у свету је превладао став који је заступала Аустралија да се период опажања краћи од 15 година сматра кратким, период мерења од 15-20 година већ поузданим, а да периоде мерења краће од 10 година не би требало узимати у обзир.

У свету постоји доста неуједначена пракса у односу на основне брзине ветра. Неке земље имају прописане брзине ветра за одређене области, док неке земље узимају измерене односно прорачунате брзине ветра за одређена раздобља осредњавања. Одлучујућу улогу при том сигурно имају практични разлози метода мерења, традиција и резултати истраживања. Тако се у Канади и Холандији користе средње сатне брзине ветра, у Данској и Швајцарској десет минутне, на Исланду и Норвешкој тросекундне, у Аустрији дво-секундне.

У погледу саме методологије обраде података ЕС1 не даје никакве препоруке, већ се ту оставља слобода да се свака земља одлучи за методу која њој највише одговара сходно расположивом основном скупу и природи података.

5. ПРИМЕР РЕЗУЛТАТА ПРОРАЧУНА ДЕЈСТВА ВЕТРА ПРЕМА ПРИВРЕМЕНИМ ТЕХНИЧКИМ ПРОПИСИМА И НОВИМ ЈУС-евима

Бавећи се проблемима везаним за дејство ветра на конструкције, стицајем околности, радећи на челичним стубовима - носачима антена на Биокову (1706 м.н.в.), Ловћену (Штировник - 1745 м.н.в.), Бјеласици (Зекова Глава

- 2111 м.н.в.) и Белом Манастиру, могли смо да вршимо упоредне анализе и дођемо до интересантних сазнања и података. Наведени стубови - носачи антена изграђени су у периоду 1962 - 1964. год. (Бели Манастир 1973. год.) и у употреби су и данас. Значи њихов век употребе до данас дужи је од 30 година.

Предметна четири стуба, у погледу оптерећења ветром, рачунати су по старим, тада важећим Техничким прописима за оптерећење ветром ПТП-2/1948. Стубови на Биокову, Ловћену и Бјеласици рачунати су са основним оптерећењем ветром интензитета q_W=1.10 kN/m^2, а стуб у Белом Манастиру са притиском ветра q_W=0.45 kN/m^2 на нивоу 10.0 m изнад терена. Ни код једног од ових стубова нису анализирани динамички утицаји. Исто тако, познато нам је и располажемо податком да је у веку трајања ових објеката било изузетно великих и јаких удара ветра. Тако је у зиму 1990. године на Биокову дувао толико јак ветар да је са стуба "одувао" параболичне антене, без било каквих последица по конструкцију самог стуба. Не сме се при томе изгубити из вида да су све параболичне антене атестиране и да могу да издрже ударе ветра при брзини од v=200 km/h.

Ако из вредности притиска ветра од q_W=1.10 kN/m^2 , т.ј. из притиска са којим су рачунати ови стубови, изведемо брзину ветра, добићемо да је тај притисак изведен из брзине средњег максималног годишњег ветра од:

$$v = \sqrt{16q} = \sqrt{16 \cdot 110} = 41.95\ m/s$$

или из апсолутне максималне брзине ветра од:

$$v = \sqrt{25q} = \sqrt{25 \cdot 110} = 52.44\ m/s\,.$$

Придржавајући се одредби нових ЈУС-ева за дејство ветра на стубове - носаче антена и на основу података добијених од надлежне метеоролошке службе о максималном удару ветра за повратни период T=50 година од v_{max}=57.76 m/s (208 km/h) одређена је вредност основне брзине ветра $v_{m,50,10}$=38.81 m/s. Овој брзини ветра одговара осредњени аеродинамички притисак ветра од $q_{m,50,10} = v_{m,50,10}^2 \cdot \rho \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}$=0.94 kN/m^2 (табела 1). Међутим, према стандарду ЈУС У.Ц7.110 ову вредност треба увећати множећи је са динамичким коефицијентом G_z. Вредности динамичког коефицијента и аеродинамичког притиска ветра $q_{g,50,10}$ за ова четири стуба дате су у Табели 1, из које се такође види и однос притисака ветром по важећим стандардима у односу на старе прописе.

Овде треба напоменути да је израчунати аеродинамички притисак ветра $q_{g,50,10}$ физички фиктивна величина која се не може измерити, јер је и вредност динамичког коефицијента физички немерљива величина.

Иако су стубови на Биокову, Ловћену и Бјеласици рачунати са мањим оптереће-њем од ветра од оног који прописују важећи стандарди, а поред тога су пренатрпани антенским системима тако да се поред њих подижу нови стубови (Ловћен и Бјеласица), ови стубови и поред тога што су у протеклом периоду прошли кроз све могуће фазе оптерећења и даље гордо стоје и пркосе теорији!

После изнетог могу се поставити следећа питања:

- да ли нам динамички коефицијент служи да исправимо грешке настале употребом некоректних вредности основних брзина ветра,
- да ли су конструкције које се димензионишу према одредбама из ЈУС У.Ц7.110-113 и ЈУС У.X2.110 предимензионисане (или непоуздане) и како се то одражава у економском погледу, и
- да ли и у овим изузетним - екстремним случајевима треба задржати коефицијент сигурности ν = 1.5 или ићи на нижи коефицијент сигурности, с обзиром да се вредности основних брзина ветра према стандарду ЈУС У.Ц7.110 добијају као резултат Фишер-Типитове расподеле тип I за коју се зна да даје нереално високе вредности брзине ветра за мале вероватноће, односно велике повратне периоде?

Табела 1. Односи притисака ветра на нивоу 10 m изнад терена срачунатих по новим стандардима и старим прописима

ОБЈЕКАТ	СТАРИ ПРОПИСИ		НОВИ ПРОПИСИ - ЈУС			$q_{g,50,10}$ / q
	ЗОНА	q	$q_{m,50,10}$	G_z	$q_{g,50,10}$	
		kN/m^2	kN/m^2		kN/m^2	
Биоково	III	1.10	0.94	2.37	2.23	2.03
Ловћен	III	1.10	0.96	2.47	2.37	2.15
Бјеласица	III	1.10	0.91	2.48	2.25	2.04
Б.Манастир	I	0.45	0.16	1.85	0.30	0.67

ЗАКЉУЧАК

Након вишегодишњег искуства у примени одредби из стандарда ЈУС У.Ц7.110-113 и ЈУС У.X2.110 уочени су одређени недостаци који утичу на сигурност и економичност конструкција. Поред већ изнетих недостатака и неусаглашености, као и евидентних разлика у одређивању меродавних параметара (фактор експозиције, динамички фактор, коефицијенти притиска и силе ...) неопходно је извршити допуну наших прописа меродавним основним подацима према одредбама Еврокода ЕС1. Такође је потребно извршити усаглашавање осталих параме-тара уз истовремено прихватање једноставнијих и приступачнијих одредби прорачуна према ЕС1.

С обзиром да се број анемографа на метеоролошким станицама стално повећавао, тако да је 1994. године у Србији већ било 24, а у Црној Гори 8 станица са периодом осматрања дужим од 15 година, сматрамо да сада већ постоје реални услови за обраду прикупљених метеоролошких података на одговарајући начин и израду карта изотаха према одредбама ЕС1, као што је то урадила већина европских земаља. Како одређивање вредности основних брзина ветра захтева дуготрајан и обиман рад на обради података, предлаже се да се као привремено решење уради карта основних брзина ветра са меродавнијим подацима. Обе фазе рада морају да буду поверене компетентној државној установи меродавној за давање ових врста података, а не да тај рад базира на аматерском раду појединаца. Ово такође захтева потпуно и искључиво ангажовање одговарајућих државних институција, а не да то буде предмет личне заинтересованости појединаца у циљу осавремењавања струке и уклапања у светске токове.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бојовић, А.: *Прорачун оптерећења ветром грађевинских конструкција*, Грађевинска књига, Београд, 1993. год.
2. *Еврокод ЕС1: Основе прорачуна и дејства на конструкције,* Грађевински факултет Универзитета у Београду, 1997, Београд.
3. *ЈУС У.Ц7.110/1991 Оптерећење вет-ром: Основни принципи и осредњени аеродинамички притисак ветра*, Савезни завод за стандардизацију, Београд, 1991. год.
4. Ненадић, Г., Ђукић, Љ.: *Основни пој-мови, начин осматрања и обрада података о ветру*, Часопис Изградња бр. 2, Београд 1995. год., стр. 69-74.
5. Ненадић, Г., Ђукић, Љ.: *Осврт на основне брзине ветра из стандарда ЈУС У.Ц7.110.*, Часопис Изградња бр. 3, Београд 1995. год., стр. 108-117.
6. Ненадић, Г., Ђукић, Љ.: *Компаративна анализа деловања ветра на грађеви-нске објекте према старим прописима и новим ЈУС-евима*, Стручни семинар '95 ДГИТНС, Зборник радова, Нови Сад 1995., стр. 55-70.
7. Паквор, А., Бајић, Д., Стипанић, Б., Поповић, Б.: *Еврокод 1: Основе прора-чуна и дејства на конструкције*, Југословенско саветовање Еврокодови и југословенско грађевинско конструктерство, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Књига Посебна излагања ЕС1, Београд, 1995, стр. 19-133.
8. Паквор, А.: *Еврокод 1: Основе прора-чуна и дејства на конструкције*, Друго Југословенско саветовање Еврокодови и југословенско грађевинско конструктерство, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Књига Генерална излагања ЕС1-ЕС8, Београд, 1997, стр.1-23.
9. Поје, Р.: *Неки резултати о брзини вјетра у СРХ*, Грађевинар бр.37, Загреб 1985. год., стр.7-14.
10. Поповић, Б.: *Еврокод 1, део 2-4: Дејства ветра*, Друго југословенско саветовање Еврокодови и југословенско грађевинско конструктерство, Грађевински факултет Универзитета у Београду, књига Посебна излагања ЕС1-ЕС4, Београд, 1997., стр. 29-46.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КИШЕ НОШЕНЕ ВЕТРОМ У БЕОГРАДУ

Смиља Ђорђевић и Гордана Јовановић
Савезни хидрометеоролошки завод , Београд

Abstract

Wind driven rain is an important parameter used for the purpose of building constructions which is calculated on the basis of meteorological elements. Hourly observational data of rainfall amount, wind speed, and direction were analyzed at the meteorological station Belgrade - Sur~in, for the period 1981 - 1990. The paper contains the calculation of relative wind frequency of the particular direction regardless precipitation and wind frequencies with simultaneous precipitation occurrence for all months of the year, for all seasons and for the whole year. Beside, the driven rain index calculation method has also been presented as well as the graphs of general wind roses, wind roses with precipitation and wind driven rain roses.

Абстракт

Киша ношена ветром је параметар који се користи у грађевинарству а рачуна на основу метеоролошких елемената. Анализиране су часовне вредности количине падавина, брзине и правца ветра на метеоролошкој станици Београд - Сурчин, у периоду 1981 - 1990. Рад садржи рачунање релативних честина ветра одређеног правца без обзира на падавине и честине ветра са истовременом појавом падавина за све месеце у току године, за сезоне и за годину. Осим тога представљен је метод израчунавања индекса ношене кише. Графички су приказане опште руже ветра и руже ветра са падавинама, као и ружа индекса кише ношене ветром.

1. Увод

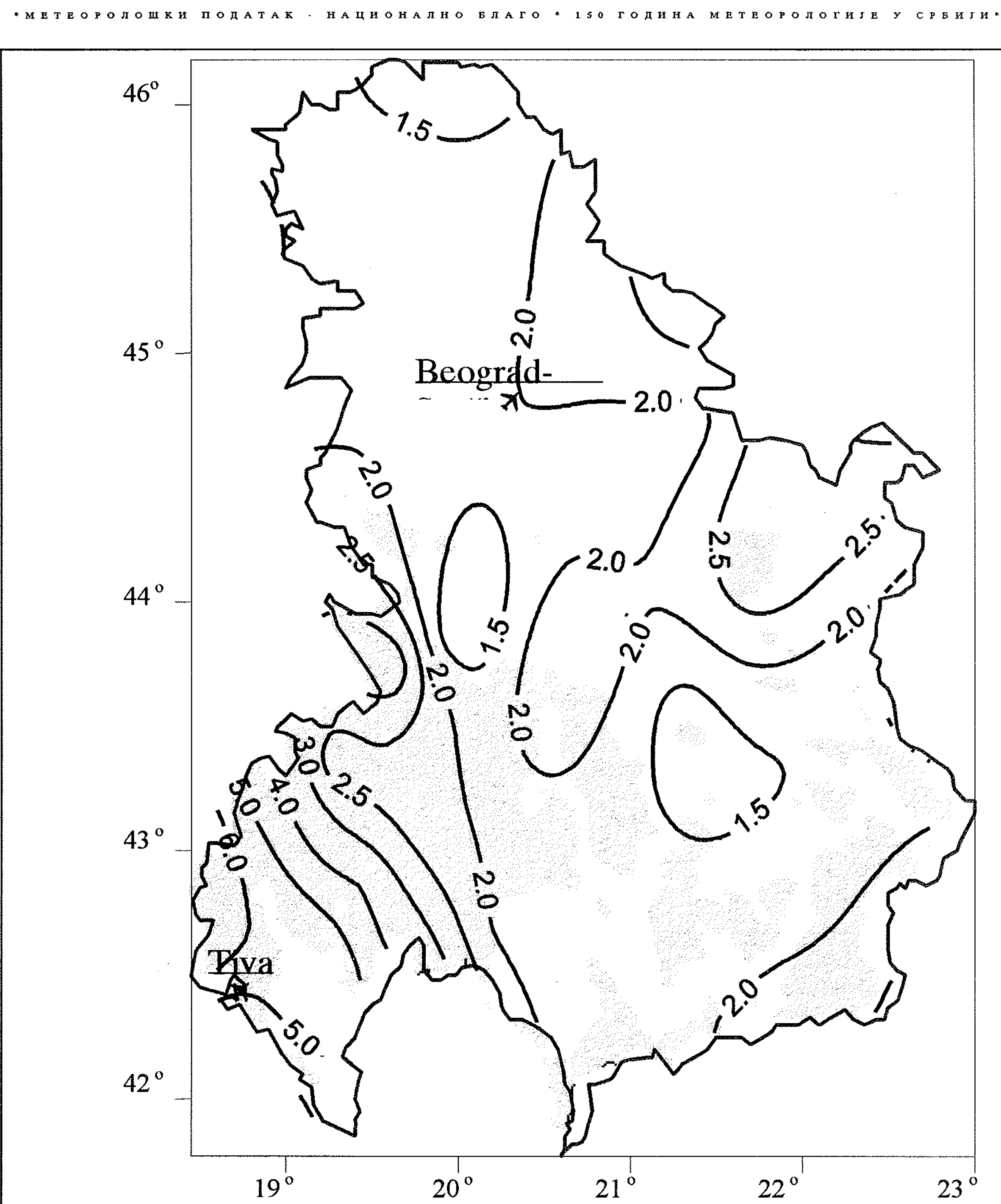
Пројектовање, извођење радова и коришћење зграда свих врста у великој мери зависе од времена и климе. За низ активности у грађевинарству неопходне су климатолошке подлоге, односно анализа разних метеоролошких елемената. Један од примера за то је анализа истовремене појаве ветра и падавина.

Због ветра киша пада под одређеним углом у односу на вертикалну површину и позната је као "ношена киша". У случајевима обилне кише која је удружена са јаким ветром, вертикални зид може апсорбовати велике количине влаге, уколико је његова површина направљена од порозног материјала. Вишак влаге производи пад унутрашње температуре и значајно угрожава конфор у зградама

У овом раду су анализиране неке од карактеристика истовремене појаве ветра и падавина и то на основу часовних вредности правца, брзине ветра и количине падавина, на станици Београд - Сурчин, у периоду 1981 - 1990. Прорачун је рађен према препорукама и упутствима СМО. Циљ рада је пружање поузданих климатских информација грађевинарству, односно побољшање начина процене последица излагања грађевинских објеката налетима кише.

2. Мапа производа кише и брзине ветра

Киша која под углом пада на вертикалну површину се не мери систематски на метеоролошким станицама. Због тога се вредност ношене кише израчунава на основу измерене количине падавина на хоризонталној површини и брзине ветра у току падања кише. Најједноставнија информација о томе се добија из производа средње годишње суме падавина и средње годишње брзине ветра (претпоставка је да однос брзине ветра у току кише и брзине ветра у општем случају није велики) (Lacy, 1962). Овај производ у ($m^2s^{-1}god^{-1}$) за 34 станице (осматрања у три термина) у Србији и Црној Гори за период 1951 - 1970, приказан је на слици 1 изолинијама, илуструјући меру могућих проблема ношене кише. Слика 1. указује на повећане вредности производа у планинским и приморским регионима где су високе количине падавина и/или брзине ветра.



Слика 1. Производ средње годишње количине падавина и брзине ветра у ($m^2s^{-1}god^{-1}$) за 34 станице у СР Југославији у периоду 1951-70. Шрафиране површине су планине са надморском висином изнад 500м.

3. Анализа података за аеродром Београд - Сурчин

Статистичка обрада података у овом раду је заснована на часовним вредностима правца ветра, брзине ветра и количине падавина регистрованих у Дневницима осматрања главне метеоролошке станице Београд - Сурчин, у периоду 1981 - 1990.

3.1 Општа ружа ветра и ружа ветра са падавинама

На почетку су одређене апсолутне честине општег правца ветра за сваки од 16 праваца и честине правца ветра са падавинама, такође по ружи од 16 праваца, као и честине тишина. Релативне честине (у %о) израчунате су као однос апсолутних честина ветра одређеног

правца и укупног броја случајева појаве ветра за сваки месец у току године, за сезоне и за годину (табела 1). Упоредни графички приказ рел. честина, односно опште руже ветра (означене испрекиданом линијом) и руже ветра са падавинама (пуна линија), за све сезоне у току године дат ја на слици 2. На слици 3 а) дате су годишње руже ветра, а на слици 3 б) ружа ветра са падавинама за период IV - X.

Уочава се да је у општем случају најзаступљенији SE правац ветра у Београду у пролеће и јесен, док су најчешћи правци ветра са падавинама W и NW. Лети и у току зиме у највећем броју случајева дува W ветар, без обзира на појаву падавина.

3.2 Индекс ношене кише

Величина која даје меру количине падавина ношене ветром на вертикалну површину зове се "индекс ношене кише". Количина ношене кише при различитим правцима ветра је врло важна карактеристика у грађевинским пројектовању.

Приор (1983) је предложио одређивање средње вредности индекса ношене кише коришћењем формуле:

$$\overline{IDR} = \sum_{1}^{n} \frac{h\, u \cos\theta}{n}$$

где је $\overline{IDR}$ - средња вредност индекса ношене кише (m^2/s), h - количина падавина у једном сату у mm, u - средња брзина ветра у истом сату у m/s, θ - угао између правца ветра у сату и нормале на зид и n - укупан број сати са падавинама.

У овом раду индекс ношене кише је рачунат као сума производа релативне честине одговарајућег правца (f), средње брзине ветра и количине падавина у сату за сваки од 16 праваца ветра.

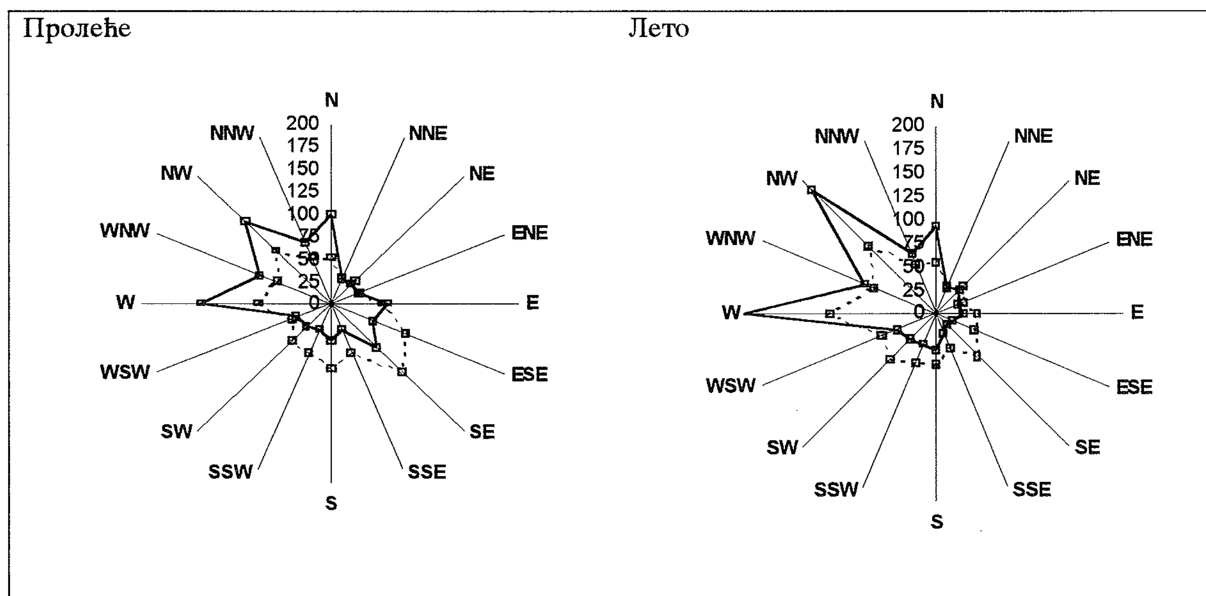
$$IDR = \sum_{1}^{n} h\, u\, f$$

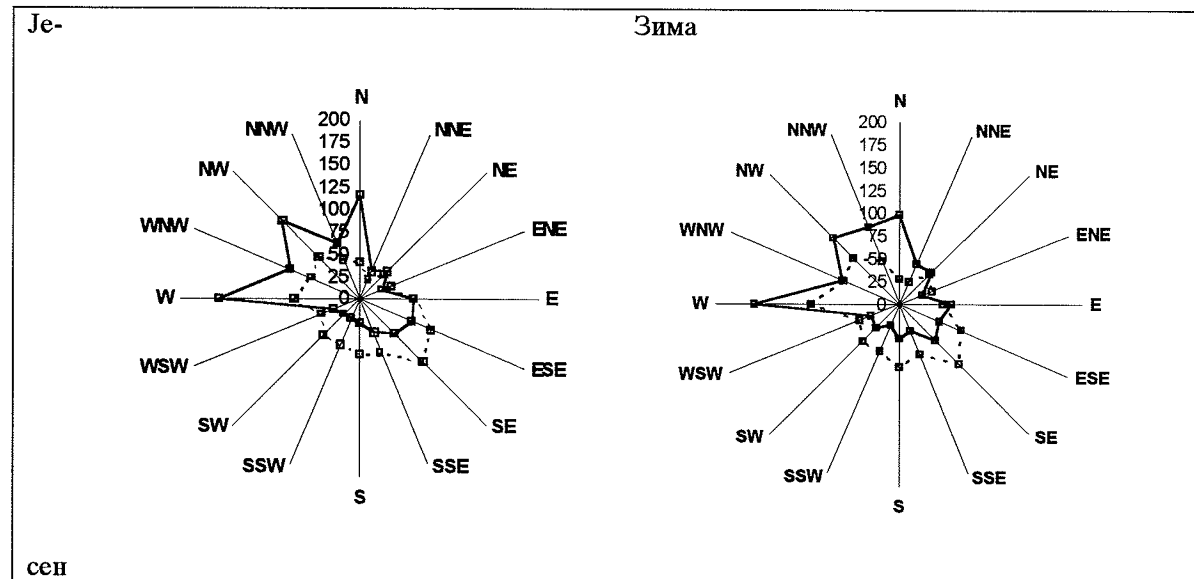
У табели 2. су дате суме производа часовне количине падавина и одговарајуће брзине ветра за поједине месеце у години, затим израчунати IDR за исте месеце и IDR за правац ветра који је најзаступљенији. Мерни инструменти за часовно мерење падавина се уклањају током зиме тако да је за Сурчин било могуће рачунати IDR само за период април - октобар. Због тога се не могу директно упоредити апроксимативне вредности индекса ношене кише са мапе рачунате за целу годину (слика 1) и израчунате на основу часовних вредности за период април - октобар, али се уочава да су вредности производа u*h сличне.

Месец са највећим износом индекса ношене кише је јун, када је и просечна вредност количина падавина у Београду највећа. Удео најчешћег правца IDR у односу на све правце ветра при појави кише је велики, као што се види из табеле 2.

3.3 Ружа ношене кише

На слици 3 ц) је представљена ружа индекса ношене кише за период IV - X. Очигледно је да се та ружа поклапа са ружом ветра при појави кише. Преовлађујући W правац ветра остаје исти у оба случаја. Међутим, не поклапа се увек правац максималног индекса ношене кише са преовлађујућим правцем ветра.

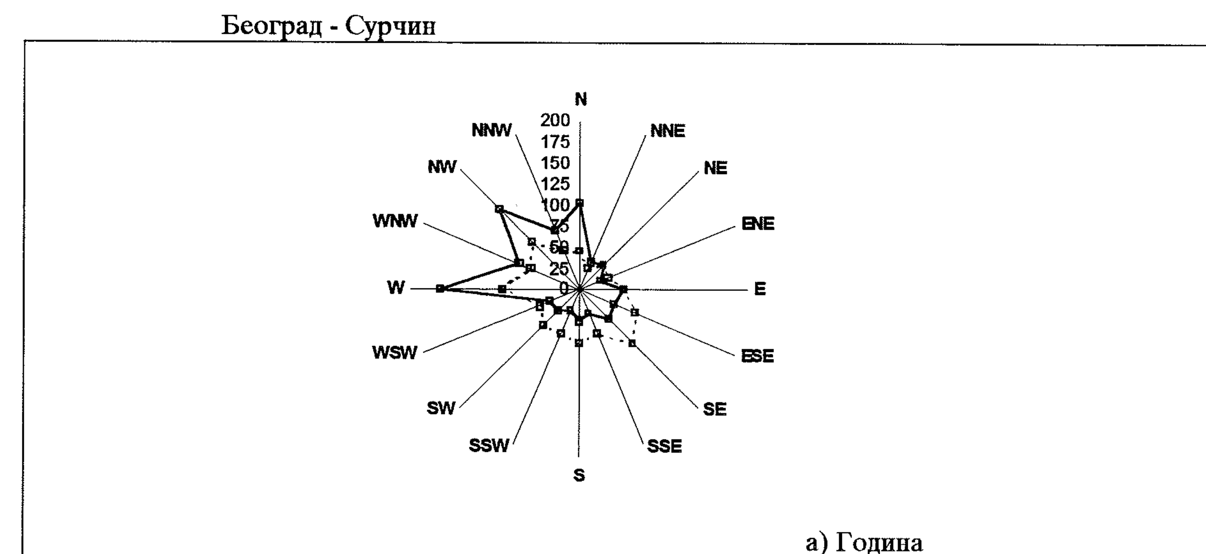




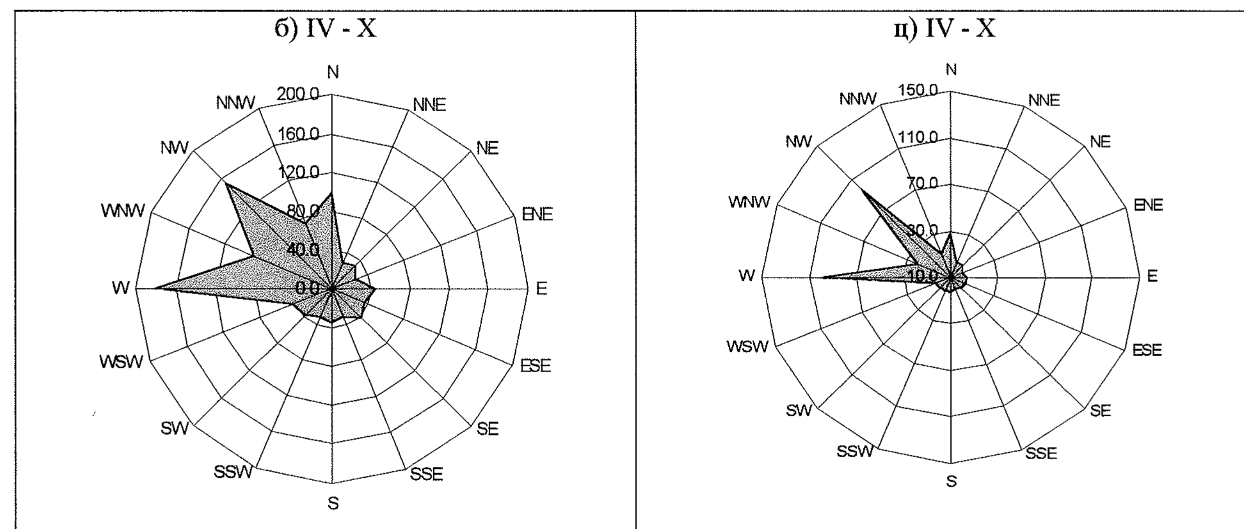
Слика 2. Рел. честине у %о ветра са падавинама (пуна линија) и опште честине ветра (испрекидана линија) за четири сезоне, за Београд - Сурчин, за период 1981-1990.

Табела 1. Рел. честине у %о правца ветра са падавинама (пуна линија) и честине општег ветра за четири сезоне, као и честине тишина, за Београд - Сурчин, у периоду 1981-1990.

	Tišine	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
*Proleće	29.5	30.9	31.4	32.4	59.5	47.8	68.7	31.8	40.8	31.1	35.4	38.2	137.5	82.1	130.5	73.2	99.1
*Leto	28.8	30.3	34.3	24.3	29.6	18.5	17.7	23.6	38.6	34.2	39.8	44.9	203.3	81.1	187.1	70.3	93.5
*Jesen	20.6	32.2	45.5	28.0	60.8	64.5	54.3	40.8	27.3	22.4	25.7	31.4	157.3	83.4	122.4	66.2	117.2
*Zima	34.7	48.0	50.1	26.4	56.5	47.6	55.6	31.2	37.6	24.3	36.5	33.4	158.8	67.2	102.6	91.5	98.1
Proleće	34.2	28.7	35.4	32.0	54.5	85.6	105.9	58.2	72.7	58.0	58.1	44.9	78.4	62.4	83.8	55.0	50.0
Leto	64.2	29.2	41.0	31.9	44.3	44.4	62.0	40.9	54.2	55.9	69.8	61.4	112.9	71.4	100.2	56.0	54.2
Jesen	81.9	22.7	38.8	36.7	60.2	87.2	98.2	63.8	63.1	55.3	55.8	47.2	74.6	58.2	65.5	48.1	41.2
Zima	60.4	26.8	46.7	38.7	47.6	73.3	91.9	58.9	68.5	55.7	57.4	47.3	96.7	65.6	71.3	50.9	27.6



а) Година



Слика 3. Руже ветра за Београд - Сурчин (1981-1990)
а) Годишња (општи ветар - црткаста, са кишом - пуна линија)
б) За период Април - Октобар са појавом кише
ц) Ружа кише ношене ветром за период Април - Октобар

Табела 2. Сума производа часовних брзина ветра и падавина (у $m^2s^{-1}god^{-1}$), укупно IDR и IDR за правац ветра при коме се најчешће јављају падавине у Београду (1981-90)

	Април	Мај	Јун	Јул	Август	Септ.	Окто-бар	Сума/7
Београд u*h	2.43	2.49	4.5	2.33	3.33	1.33	1.55	2.56
Београд IDR	0.21	0.23	0.5	0.3	0.5	0.13	0.12	0.28
Београд IDR Запад	0.062	0.053	0.186	0.093	0.213	0.05	0.029	0.098

4. Закључак

Штетне последице кише ношене ветром на грађевинске објекте, зависе од оријентације ветра, количине падавина, правца и брзине ветра. Најнеповољнији правци ветра који носе кишу у Београду у вегетационом периоду април - октобар, су W и NW. Анализа за зимски период нажалост недостаје за сада. Благовремена информација о правцу и износу кише која је ношена ветром може уштедети знатне количине новца грађевинарима који треба да користе одговарајући материјал и дизајн.

ЛИТЕРАТУРА

Kobysheva N.V., 1992: Guidance material on the calculation of climatic parameters used for building purposes, WMO - No. 665

Lacy R.E., 1962: An index of driving rain, The meteorological magazine

Lacy R.E., 1972: The analysis of the climato- logical data for the building industry, WMO

Швер Ц. А. 1969: Об оценке увлажнениа стен при косих дождах, Труди 246

МЕТЕОРОЛОШКА АКТИВНОСТ У ЕЛЕКТРОПРИВРЕДИ

Др Драгомир М. Ђукановић, дипл. мет.
11080 Земун, Данила Медаковића 4/6

Abstract

Meteorological activity in the needs of electrical industry is large and various. It is in the range of projecting, building and exploatation of the electroenergetic system production groups: water power and steam power plants, electricity supply system as well as dispatching service. Meteorological involvement in hydroelectric power consists of the research of the water power potential, water reserve and the rivers' flow. For the steam power plants it involves the research of the cooling system, proper coal storage space control and the concentration of polluted materials in the surrounding areas; ice formation, wind power, atmospheric electric discharges and air pollution in regards to the transmission of the electrical energy as well as planning the production and using of electrical energy dispatching service. At the present, it is necessary to reactivate the previous successful cooperation between the Republic Hydrometeorological Service of Serbia and all of the Electric Industry of Serbia, the whole of the groups in the range of research works as well as preventive measures and forecasting engagements.

Абстракт

Метеоролошка активност за потребе електропривреде је обимна и разноврсна. Она се одвија у домену пројектовања, изградње и експлоатације електроенергетског система - производних групација хидроелектрана и термоелектрана и електропреносне мреже, са диспечерском службом. Метеоролошко ангажовање код хидроелектрана обухвата водни потенцијал, дотицај у акумулације и речни проточај, код термоелектрана расхладни систем, лагеровање угља, дисперзију и концентрацију загађујућих материја у околини, код преноса електричне енергије залеђивање, ветар, атмосферска електрична пражњења и загађење ваздуха, а код диспечерске службе прогнозе за планирање производње и потрошње електричне енергије. Актуелно је реактивирање раније успешне сарадње Републичког хидрометеоролошког завода Србије и Електропривреде Србије у свим групацијама електропривреде, у домену студијскоистраживачког рада и у превентивно-прогностичком ангажовању.

Увод

Електропривреда функционише као сложени електроенергетски систем рада појединих производних групација - хидроелектрана (ХЕ) и термоелектрана (ТЕ) и као електропреносни систем (ЕПС) са диспечерском службом (ДС).

Метеоролошка активност се већ више деценија одвија у оквиру решавања бројних проблема у појединим групацијама електропривреде у правцу истраживачког рада, пројектовања, изградње и експлоатације електроенергетског система (Ђукановић, 1961).

И данас, као и пре више од двадесет година, када је у Заједници југословенске електропривреде израђена Студија о организацији хидрометеоролошке активности за потребе југословенске електропривреде, уочава се њена актуелност у свим групацијама (ЗЈЕ и Институт "Јарослав черни", 1975).

Код **хидроелектрана** се метеоролошка активност уклапа у хидролошке радове, обухватајући проблем падавина (водни потенцијал), укључујући снег и снежни покривач, као и испаравање са акумулационих базена, што је од значаја за прогнозирање дотицаја или речних протицаја при планирању и оперативном раду ХЕ. Експериментално се радило и на проблему стимулације падавина на сливним површинама ХЕ. Одржано је више стручних саветовања у оквиру ЗЈЕ о изградњи и експлоатацији ХЕ, на којима су излагани и реферати о ХМ активности.

Са изградњом великих **термоелектрана** познавање метеоролошких услова при пројектовању и експлоатацији је постало неопходно, посебно при разматрањима режима рада ТЕ, расхладних система, термалног и хемијског загађења вода, лагеровања и транспорта угља и услова дисперзије, транспорта и концентрације загађујућих материја у атмосфери и околини. И за групацију ТЕ у ЗЈЕ је одржано више стручних саветовања на којима су излагани реферати о метеоролошкој активности.

Функционисање **електропреносног система** је у зависности од метеоролошких услова. Постигнути су значајни резултати из сарадње Метеоролошке службе и електропривредних предузећа. Проблеми утицаја залеђивања и дејства ветра, атмосферских електричних пражњења и атмосферског загађења на далеководима свих напонских нивоа су решавани у компетентним стручним круговима - у студијским комитетима Југословенског комитета Међународне организације великих електричних мрежа - ЈУНАКО CIGRÉ и на бројним стручним саветовањима у области доношења норматива и прописа за пројектовање и експлоатацију електропреносног система.

Диспечерска служба у електропривреди има сталну потребу за метеоролошким информацијама и прогнозама. Ранији период се карактерише невеликим бројем радова о ХМ прогнозама за поједине ХЕ, који су коришћени у диспечерским плановима. Оперативна пракса диспечерских центара ограничавала се на коришћење квалитативних краткорочних и дугорочних прогноза времена, при чему се недостатак квантитативног предвиђања компензовао искуством диспечера. Из досадашње праксе и искуства иностраних електропривреда проистиче неопходност егзактних математичких веза потрошње електричне енергије и метеоролошких услова.

Метеоролошка активност у електропривреди има као основни циљ смањивање неизвесности, које доносе метеоролошки феномени, на минимум. Ово је у вези са чињеницом да они спадају у групу геофизичких појава, које се не могу са сигурношћу предвидети и да садрже знатан проценат неизвесности. Све метеоролошке студије и информације садрже известан ризик, који треба да буде увек исказан мерном величином, која омогућује упоредљивост и употребљивост исте. Дескриптивно излагање метеоролошких феномена и елемената је веома тешко и скоро непримењиво у електропривреди.

Метеоролошка активност у електрпипривреди се може поделити у пет општих група радова:

Студије за пројектовање обухватају скоро све метеоролошке елементе и појаве: код групације ХЕ - падавине, температуру и влажност ваздуха, код ТЕ је тежиште на режиму струјања ваздуха и температури ваздуха, а код ЕПС на залеђивању надземних проводника, екстремним брзинама ветра, атмосферском електричном пражњењу и загађивању ваздуха.

Метеоролошке информације у току изградње електроенергетских објеката садрже прогнозу атмосферског времена по разним метеоролошким елементима, који се изражавају на квантитативан начин, при чему се напр. за краће временске периоде дају вероватноће појаве падавина, температуре ваздуха, ветра, магле и др.

Студије трајнијег карактера за експлоатацију електроенергетских објеката су веома разноврсне и често интердисциплинарне, као напр. студије о дугорочном прогнозирању дотицаја (протицаја) за ХЕ, о топловодном режиму водотока, као основе за процену термалног загађивања вода код ТЕ и др.

Текуће метеоролошке информације служе за дневно и дуже временско планирање производње и дистрибуције електричне енергије, као подлога оперативним диспечерским плановима и за друге групације електропривреде, са тежиштем на њиховом квантитативном бројном одређењу дијапазона вредности појединих метеоролошких елемената. Овде се могу поменути екстремне температуре ваздуха, њихово трајање изнад или испод неке критичне вредности, за потребе грејања и хлађења у врховима потрошње електричне енергије. Инверзије температуре ваздуха са њиховим трајањем, дебљином и јачином су важне у оценама дисперзије загађујућих материја из већих ТЕ, као и прогнозе ветра малих брзина и влажности ваздуха код расхладних торњева ТЕ. Код електропреносне мреже су значајне информације о јаким ударима ветра и могућностима залеђивања, атмосферског електричног пражњења и др. Овде спадају и метеоролошке информације и прогнозе количине падавина по површини и времену, као улазни подаци за прогнозе хидрограма, уз помоћ радара. Количина облачности, у вези са смањењем природног осветљења, је од интереса за дневно диспечерско планирање и др.

Вишедневне квантитативне хидрометеоролошке информације су ограничене несавршеношћу метода прогнозирања, који у себи садрже знатан степен неизвесности (Lorenz, E. N., 1963). Међутим, за неке метеоролошке елементе као што су температура ваздуха, падавине и др., могуће су квантитативне прогнозе изражене путем вероватноће остварења, које у себи имплицитно садрже и величину ризика, на основу анализе историјског опсервационог материјала, применом математичко-статистичког апарата, на серије вредности различитих, међусобно физички везаних, променљивих (напр. топљење снега - температура ваздуха - зрачење, падавине - отицај, итд.).

Прикупљање и обрада информација у циљу ефикаснијег коришћења изграђених објеката има за сврху да побољша и емпиријски проверава претходне студије и део текућих информација и да буде значајно при предузимању сличних радова исте врсте на другим објектима.

Треба имати у виду да су метеоролошке студије и информације, које се раде или које ће се радити, подједнако потребне свим групацијама електропривреде, чији се интереси преплићу, јер раде као један систем.

У оквиру општег излагања о метеоролошкој активности у електропривреди овде ће се само поменути производња електричне енергије у *нуклеарним електранама,* које су за сада изостављене у програмима југословенске електропривреде, и за које се, у свету, претходна метеоролошка истраживања за конкретну локацију сматрају примарним.

У многим земљама се ради на коришћењу *енергије ветра* за производњу електричне енергије, нарочито у удаљеним крајевима, где не постоји далеководна мрежа. Метеоролошко ангажовање и код нас треба да буде усмерено на реонизацију расподеле и јачине ветрова на различитим висинама, у оквиру планова за стварање мреже аероелектрана, које могу да егзистирају као локалне или електране са укључењем у електроенергетски систем.

Метеоролошка активност налази своје место и у проучавању искоришћења *сунчеве енергије* у производњи електричне енергије, било да се користе фотоелек-

тричне ћелије или класичне топлотне машине. Претходна испитивања дужине осунчавања и интензитета сунчевог зрачења, са различитим вредностима апсорпције у атмосфери, су од примарног значаја за прорачуне степена корисности ових електрана.

Метеоролошка активност по групацијама електропривреде Хидроелектране

Метеоролошка активност за потребе хидроелектрана обухвата израду хидрометеоролошких основа које се користе у пројектовању и експлоатацији, са статистичким карактеристикама дугих низова података, који зависе од њихове варијансе. С друге стране, репрезентативност серије са статистичко и физичко-географског аспекта подразумева што већи обим серије за шире сливно подручје, са применом бројних показатеља, добијених методама теорије вероватноће и математичке статистике (коефицијенти колерације, регресионе криве у аналитичком облику и интервалима поверења изведених статистичких оцена, Hershfield, D.M., 1965).

Како у пракси не постоје дуге непрекидне серије хидрометеоролошких података, користи се реална интерполација а у погледу поузданости објективне параметарске и непараметарске методе испитивања хомогености серија (Ђорђевић, Н., 1967).

Методи обраде и презентирања метеоролошких и хидролошких података.

Начини обраде података морају бити објективни, засновани на примени поменутих метода, са интервалима поверења, без којих није могуће оценити сигурност одређивања вредности променљиве за дату вероватноћу.
Опсервациона метеоролошко-климатолошка и хидролошка документација са сливног подручја ХЕ може бити приказана табеларно, графички и картографски за сваки од метеоролошких и хидролошких елемената, са аналитичким облицима кривих, које апроксимирају серију, са расподелом екстрема и вероватноћом појаве.

Код неких радова, услед укључивања већег броја променљивих, користе се шеме, модели, који захтевају употребу рачунара, различитих капацитета, са одговарајућим програмима, првенствено за прогностичке једначине за релације падавине - отицај, топљење снега - отицај, итд.

У нашим крајевима веома изражен рељеф отежава одређивање *термичког режима хидролошког слива ХЕ*. Средња температура ваздуха треба бити обрађена за сваки месец по закону вероватноће, као и екстремне месечне и годишње вредности, табеларно и у облику закона о расподели. Такође је од значаја за ХЕ податак о трајању температуре ваздуха изнад или испод одређене критичне вредности и о вероватноћи тог трајања, у вези са испаравањем, топљењем снежног покривача и одређивања хидрограма из односа падавине - отицај итд.

Влажност ваздуха и ветар су од значаја за испаравање акумулација, о којима се подаци добијају са пажљиво лоцираних метеоролошких станица на сливу ХЕ, уз одговарајућу обраду података.

Водни потенцијал акумулационих и проточних ХЕ у својим специфичним видовима се односи на бруто водни потенцијал слива услед *падавина и свих вода које дотичу и речних токова.* Финални интерес хидроенергетике обухвата технички и економски искористив водни потенцијал.

Особита пажња код ХЕ се обраћа падавинама због тешкоћа проучавања везе између количине и трајања падавина и површине сливног подручја. Екстремне количине падавина и протицаја су у домену малих вероватноћа појаве, нарочито код серија испод 50 година, или су реалне, те се преливи високих брана са великом акумулацијом димензионирају на максимално могући протицај. Метода екстремних вредности падавина (WMO, 1969) користи се као физичка метода и полазна основа

процене екстремно максималних протицаја.

Иначе, за утврђивање средњих годишњих падавина, поред примене полигона на сливу, користи се метод изохијета, иако тешко применљив у нашим орографским условима (Reinbird, A.F., 1967. и др.). Препоручују се карте изохијета за топлу и хладну сезону. Од интереса за одређивање протицаја је да се вредности падавина у појединим мерним местима, за сваку кишну епизоду, екстраполирају на простор, са израдом изолинија о количинама падавина за исту вероватноћу и трајање и за исту површину. Временска и просторна расподела падавина, одређена радаром, је од значаја за хидрометеоролошке анализе и експлоатацију ХЕ.

Водни потенцијал снежног покривача је од велике важности за прогнозирање дотицаја воде, посебно код акумулационих ХЕ. У југословенској електропривреди су коришћене стандардне методе станичних и маршрутних мерења снежног покривача за одређивање резерве воде на сливним површинама ХЕ (Ђукановић, Д., 1974). Тако су код ХЕ на Власини организована мерења водности снежног покривача са четири маршруте на надморским висинама од 1.207 м до 1.260 м, а код Црногорских ХЕ са четири маршруте на надморским висинама од 650 м до 1.600 м, укључујући и одређена станична мерења.

У оквиру ових истраживања израђене су планиметрисане ХМ карте појединих сливних површина ХЕ у ступњевима од по 100 м нв, са кумулативним вредностима изнад и испод одређене надморске висине, чиме се добија увид у физичко-географске карактеристике слива, што је од значаја за степен отицања воде у акумулационе базене и др. (Ђукановић, Д., 1968., 1970). Прорачунате вредности водног потенцијала снежног покривача достављане су редовно и оперативно енергетско-диспечерским центрима. Актуелна су радиоактивна мерења садржине воде у снежном покривачу путем бројача и телекомуникационог преноса података, са успостављене мреже мерних места, у диспечерске центре (Warnich, C.C., Denton, V.E., 1971).

Прогнозе дотицаја у акумулације и протицаја за проточне ХЕ, које се користе ради њиховог економичног коришћења, су различите, у зависности од карактеристика водотока, објекта и времена прогнозирања.

У студији организације ХМ активности за потребе југословенске електропривреде указано је на класификацију метода хидролошких прогноза, која се заснива на диференцирању метода по типу водног објекта и хидролошког процеса који се прогнозира, а према периоду за који се издаје прогноза.

За *краткорочне прогнозе* хидрограма поплавних таласа за период до 10 дана унапред, актуелни су методи тенденције, кореспондентних елемената на бази кретања поплавних таласа, без метеоролошких елемената и хидрограма поплавних таласа на малим сливовима, која укључују хидрометријске и метеоролошке податке.

Дугорочне прогнозе подразумевају методе које омогућују прогнозе просечних вредности одређеног трајања од 10 дана до једне године унапред. Оне се деле на три основне групе: емпиријске методе кореспондентних запремина (на бази залиха воде у великој речној мрежи), водног биланса (на бази формирања процеса отицања на основу података о падавинама, залихе воде у снежном покривачу, температуре и залиха подземних вода - Ђорђевић, Н., Јовановић, С., 1966) и типизације (на бази уочених тенденција развоја хидролошког процеса и могућности његовог поновног јављања у случају сличних претходних услова.

Хидроелектране - резиме

За потребе хидроелектрана се већ више деценија у нас одвија сарадња електропривреде и Хидрометеоролошке службе.

Метеоролошко ангажовање у домену пројектовања, изградње и експлоатације акумулационих и проточних ХЕ обухвата више области. Проучавање падавина, укључујући снег и снежни покривач, затим температуре и влажности ваздуха и испаравања са акумулационих базена су у вези са познавањем водног потенцијала на сливним површинама ХЕ.

Студије за пројектовање служе и као подлоге за будуће добијање краткорочних и дугорочних прогноза дотицаја и протицаја код ХЕ. Оне су засноване на објективним методама теорије вероватноће и математичке статистике дугих низова података, уз употребу модела и програма на рачунарима за прогностичке једначине у релацијама падавине - отицај - протицај итд, које укључују хидрометријске и метеоролошке податке.

Очекује се даља сарадња електропривреде и Хидрометеоролошке службе у реализацији програма изградње и експлоатације хидроенергетских објеката.

Термоелектране

Утицаји метеоролошких и хидролошких фактора у области пројектовања и експлоатације термоенергетских постројења, могу се разматрати са аспекта потреба код израде подлога при проналажењу најпогоднијих економско-техничких решења за избор врсте и локације појединих објеката и њихове експлоатације у одржавању правилног и безбедног режима рада при различитим временским стањима (Ђукановић, Д., 1970, стр. 79-90).

Метеоролошко-климатолошки услови и хидролошко-термички режим, како за пројектовање, тако и за експлоатацију ТЕ, обухватају следеће утицаје:
- утицај топлотних услова атмосферске средине на хлађење и режим рада ТЕ, посебно у периоду високих спољних температура ваздуха;
- утицај влажности ваздуха на функционисање појединих уређаја, који зависе од степена њеног дефицита или презасићености;
- утицај учестаности и количине падавина, поред непосредног значаја, у тесној је вези са топлотних условима и условима влажности ваздуха;
- утицај ваздушног струјања на хлађење појединих постројења (расхладни торњеви и др.), а посебно на услове загађености ваздуха, воде и земљишта у околини ТЕ, и
- сложени утицај атмосферске средине на функционисање ТЕ.

Проблеми који захтевају проучавање метеоролошкоклиматолошких услова код ТЕ су бројни:

1) Одређивање макро и микро локације и проналажење оптималних решења за избор типова и врста расхладних торњева;
2) Одређивање димензије димњака и санитарно-заштитне зоне у односу на загађење ваздуха, воде и земљишта у околини ТЕ;
3) Планирање радова и ремоната и превентивна заштита од атмосферских непогода;
4) Проблеми површинских откопа, депонија и транспорта угља у односу на услове замрзавања земљишта, ниских температура ваздуха, димензионисање одводних канала у вези са интензитетом падавина и др.;
5) Упознавање водног биланса акумулационих водних базена и хидрометеоролошког режима и њихове експлоатације у систему расхлађивања појединих објеката у ТЕ, и
6) Упознавање сложеног утицаја промене метеоролошких услова у отклањању погонских тешкоћа и др.

Израда метеоролошко-хидролошких подлога претпоставља претходну организацију одговарајућих мерења на локацији ТЕ, увођењем континуираних регистрација метеоролошких и хидролошких елемената, не само у приземном слоју атмосфере. Добијени фонд података се, путем примене математичко-статистичких метода обраде, непосредно укључује у систем подлога за пројектовање и експлоатацију ТЕ. Тако напр. индивидуалне и кумулативне вероватноће појаве часовних вредности температуре и влажности ваздуха, са интервалима поверења и срачунатим ризиком у појединим месецима, пружају могућност да се одреде трајања вероватних вредности изнад или испод одређене граничне вредности, изражене у часовима.

За упознавање услова околне средине код прорачуна расхладних торњева и других термоенергетских објеката може користити појам **степен-дан**, који је најпре био употребљен у САД (Ri~el, H., 1949), а који, у ствари, представља температурну суму диференција између жељене (константне) температуре објекта и температуре околног ваздуха у одређеном грејном периоду. Постоје изрази за метеоролошки и климатолошки степендан као и потрошња горива на степендан. Такође и моћ охлађивања сувих и влажних површина, као функција утицаја више метеоролошких елемената, може послужити у подлогама за прорачуне расхлађивања појединих објеката код ТЕ (Ђукановић, Д., 1964).

Поред метода једноструких и вишеструких корелација и њихове графичке интерпретације, у пракси се користи и метод изоплета. Напр. из изоплета температуре влажности (мокрог термометра), као мерила максималног хлађења расхладне површине, напр. торња код ТЕ (Odenthal, A., Spangenmacher, K., 1959) и релативне влажности ваздуха, може се издвојити временска област са вишим расхладним температурама и мањом релативном влажности итд. Иначе, не препоручује се коришћење података о краткотрајним највишим и најнижим, као и средњим месечним вредностима, јер доводе до погрешних прорачуна температуре расхладне воде, што важи и за еквивалентну температуру.

Због све мање могућности проточног хлађења код ТЕ јавља се проблем скупог хлађења рециркулацијом, због чега је неопходно утврђивање биланса вода на водотоку, са сезонским или вишегодишњим изравнањем акумулација, уз одређивање основних статистичких и аутокорелационих параметара вишеструких серија. Пошто се код повратног хлађења расхладних торњева неповратно губе значајне количине воде путем испаравања, морају се вршити одговарајући прорачуни у зони микролокације.

Процене и мерења концентрације загађујућих материја, које ТЕ испуштају у атмосферу, захтевају обимне метеоролошке радове, који, због многих ограничења научног и техничког карактера, дају само најбољу процену израчунавања концентрације. Како концентрације зависе од дисперзионе способности атмосфере, која је, опет, функција особености режима струјања и термичке стратификације приземног слоја, то је неопходно претходно успостављање регистрације правца и брзине ветра и температурног профила. Због цене коштања ових мерења, промене ветра са висином се одређују у карактеристичним временским ситуацијама.

Познате шеме процене концентрације загађења (Pasquil, F., 1961. или Berlyand, M.E., 1972) указују на потребу познавања физичких процеса у атмосфери, од којих зависи дисперзија, и располагања фондом метеоролошких података за дату локацију ТЕ. Концентрације су зависне од метеоролошких услова, висине димњака и неких техничких карактеристика система испуштања загађујућих материја. Висина димњака је такође зависна од метеоролошких услова. Како је концентрација обрнуто пропорционална квадрату висине димњака за загрејане гасове, то варирајући одређене техничке параметре (отвор димњака, излазна брзина, температура дима итд.) и компонујући их са постојећим метеоролошким параметрима, од којих зависи дисперзија, могуће је наћи оптимално решење за дате локације, а тиме постићи знатне уштеде, при чему се поштују норме о концентрацијама (Анић, Б., 1968, 1971).

Висине димњака се одређују на најчешће неповољну висину слоја мешања, а не на његову најнеповољнију висину, због економичности изградње ТЕ. Иначе, од размера синоптичких процеса у атмосфери може се очекивати транспорт преко-

граничних загађења у одређеним неповољним временским ситуацијама.

Координација рада ТЕ и површинских рудника угља може бити у знатној мери поремећена услед неповољних метеоролошких услова (падавине јачег интензитета и дужег трајања, снег, ветар и видљивост) у односу на производњу, транспорт и лагеровање угља.

Републички ХМ Завод из Београда већ низ година учествује у раду на решавању проблема пројектовања, изградње и експлоатације ТЕ, укључујући и заштиту животне средине, у вези са чим је организован и посебан Сектор за контролу животне средине. Разрада методологије мерења, обраде и анализе метеоролошких елемената и појава, који су од значаја за прорачун транспорта и дифузије загађеног ваздуха и загађење земљишта из димњака ТЕ, се остварује у сарадњи са одговарајућим институцијама у домену научноистраживачког рада, пројектовања и експлоатације термоенергетских објеката (Плазинић, С., 1985, стр. 190-247). Овде се могу поменути радови на праћењу концентрације загађења и метеоролошких параметара код постојећих ТЕ (Косово А, Вреоци и Обреновац), као и мерења и прикупљање података за прорачун висине димњака, при којима би концентрација загађујућих материја била испод МДК (Нови Сад, Косово Б и Ц, Колубара Б, Никола Тесла II).

Термоелектране - резиме

Метеоролошка активност за потребе ТЕ је обимна и разноврсна, како за пројектовање, тако и за изградњу и експлоатацију термоенергетских објеката.

Метеоролошко-климатолошки услови и хидролошкотермички режим обухватају бројне утицаје на режим рада ТЕ, посебно код расхладних система, термалног загађења вода, транспорта и лагеровања угља и дисперзије загађујућих материја у атмосфери и концентрације на земљишту у ближој и даљој околини, у циљу одређивања санитарно-заштитне зоне и др.

Досадашња сарадња Хидрометеороло-шке службе и електропривредне групације ТЕ указује на потребу њеног даљег развоја и усавршавања. Овде се подразумева, поред студијско-пројектантског ангажовања, и рад на унапређењу прогностичких метеоролошких информација за текуће, оперативне, потребе у ТЕ и целом електроенергетском систему.

Електропреносни систем

У програмима примењене метеорологије и климатологије налази се и метеоролошка активност у електропреносном систему. Она се, као и у осталим групацијама електропривреде, одвија у правцу пројектовања, изградње и експлоатације појединих објеката у јединственом систему.

Проблеми који су везани за метеоролошку активност у обезбеђењу сигурности рада електропреносног система су следећи: залеђивање проводника надземних водова, дејство ветра на проводнике надземних водова, атмосферска електрична пражњења и испади далековода, и загађеност ваздуха и испади далековода.

Бројни стручни метеоролошки радови већ више деценија су у нас разматрали теоријске карактеристике и практичну примену у обради сваког од наведених проблема.

У мају 1972. године, у оквиру Студијског комитета **надземни водови** ЈУНА-КО CIGRÉ основана је радна група **метеорологија**. Она је дала значајан допринос сарадњи електропреносних организација и хидрометеоролошке службе у коришћењу података из постојеће мреже метеоролошких станица, са увођењем специјалних мерења и експерименталних водова. Објављено је више стручних реферата на саветовањима електроенергетичара и метеоролога-климатолога о утицају залеђивања и ветра, атмосферских електричних пражњења и загађења ваздуха на далеководе. Ови радови су имали и програмски карактер у вези са израдом техничких норматива и прописа у електропреносном систему.

За проучавање штетних утицаја наведених метеоролошких фактора, метеоролошка активност обухвата истраживања путем мерења појединих метеоролошких елемената у одређеним атмосферским условима на одређеној територији. Анализе опсервационе документације са резултатима и закључцима се користе у прописима за пројектовање и каснију експлоатацију електропреносне мреже (Ђукановић, Д., 1961, 1963; Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969).

Залеђивање проводника надземних водова

Проблем залеђивања у електропреносној мрежи је у њиховој штетности за конструкцију и погонску сигурност далековода, а њихово решавање се усмерава на избор најповољнијих, економски оправданих траса, исправно димензионисање у пројектовању далековода и примену одређених заштитних мера (Ђукановић, Д., 1963, 1973; Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1966).

Методи мерења залеђивања су различити и на међународном нивоу и веома се често допуњују. Визуелна и непосредна мерења залеђивања не захтевају већа материјална улагања, али постоје одређене тешкоће у њиховој примени на терену. Сличан је случај и са индиректним мерењем *даљинометром*. Различита региструјућа мерења, непосредно на проводницима далековода, *динамо-графима, ледографима* и др., су тешко остварива на терену, па се у свету и код нас користе испитни уређаји за мерење залеђивања на метеоролошким станицама (Плазинић, С., 1985., стр. 16-17).

Савремена истраживања залеђивања односе се на мерења додатних оптерећења на проводницима водова под напоном, са упоредним праћењем метеоролошких елемената и појава. Један од најновијих система биће приказан ове године на састанку AWAIS-а у Рејкјавику (Исланд). Оваква мерења и испитивања улазе у мрежу метеоролошких мерења залеђивања према препорукама IEC-а.
Осматрање појаве и мерења параметара залеђивања проводника у мрежи метеоролошких станица РХМЗ СРС, са једноставним испитним уређајем, уведено је крајем шездесетих година. Специјална мерења на ГМС, каква су напр. градијентна мерења на различитим проводницима, дала су драгоцене информације о променама параметара залеђивања у функцији врсте проводника (Поповић, Т., Миљковић, Н., 1991). Може се констатовати да се на ГМС реализовала истраживачка активност која је задовољавала потребе електропреноса.

У оквиру рада стручне групе **метеорологија** у Студијском комитету **надземни водови** ЈУКО CIGRÉ разрађена је методологија прикупљања и обраде метеоролошких података при утврђивању узрока и степена хаварија на електропреносној мрежи у СФРЈ (Ђукановић, Д., 1973; Ђукановић, Д., Плазинић, С., Ханџић, М., 1979).

Дејство ветра на далеководе

За потребе пројектовања и експлоатације електропреносне мреже неопходно је обезбедити довољно квалитетних мерних података о ветру, као величини која непосредно улази у прорачуне оптерећења далековода (Ђукановић, Д., 1963, 1973).

Према прописима за градњу далековода од посебне важности су максималне брзине ветра и вероватноћа њихове појаве из периода од најмање 5 година, које се могу добити из мерења разних врста *анемографа*, који су, углавном, неповољно лоцирани у односу на потребе електропреноса.

Познавање додатног оптерећења далековода услед дејства ветра је важно у широком распону брзина ветра, како за проводнике са наслагом леда или иња, или без њих, тако и за далеководне стубове. Такође је од важности испитивање додатног оптерећења далековода услед дејства ветра код различитих експозиција проводника, посебно у односу на преовлађујуће правце ветрова, затим корекционих коефицијената за прорачуне са променама

висине изнад земљиног тла, отклона изолаторских ланаца и корелационих веза појединих врста залеђивања и учестаности правца, односно брзине ветра у одређеним временским ситуацијама, као и испитивања галопирања, вибрација, њихања и увијања проводника (Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969; Ђукановић, Д., Киригин, Б., Плазинић, С., Ханџић, М., 1977; Ђукановић, Д., Плазинић, С., Ханџић, М., 1979).

Пројектантима треба пружити што поузданије полазне вредности метеоролошких елемената за потребе различитих прорачуна. Овде се могу навести два прилаза: *први* - пробабилистички прилаз пројектовању далековода, кроз припрему метеоролошких параметара у РХМЗ СРС, практично је прихваћен средином осамдесетих година, а тек после 1997. године се преузимају стандарди са оваквим приступом, на основу којих тек треба да се иновира Технички правилник за изградњу надземних водова; *други прилаз* при решавању сложених захвата, као што је био прелаз Дунава код ТЕ Дрмно, са висином вешања проводника на 116 м, када су прелиминарни предлози датих вредности за ветар, након специјалних мерења и прорачуна, прихваћени као коначни, јер је установљено одступање од само 5 процената.

У протеклом периоду је од стране домаћих аутора објављено више радова напојединим саветовањима и конгресима, не само у земљи него и у иностранству, који су третирали проблеме залеђивања и дејства ветра на проводнике надземних водова (Плазинић, С., Миљковић, Н., 1982, 1983; Вучковић, З., Плазинић, С., Николић, И., 1996. и др.).

Атмосферска електрична пражњења и испади далековода

За пројектовање, изградњу и одржавање електропреносне мреже (далековода и трафостаница), за које удар муње и атмосферски електрични пренапони представљају опасност, веома су важни подаци о броју атмосферског електричног пражњења на јединицу површине и о њиховој просторној и временској расподели на локацији објекта или дуж трасе далековода (Плазинић, С., 1985, стр. 250).

Увиђајући недостатке визуелних осматрања појаве атмосферског електричног пражњења за потребе електропреноса, у РХМЗ СРС је реализована израда бројача атмосферског електричног пражњења 1968. године. Овај бројач је омогућио добијање првих информација за прорачун Ng (густина пражњења типа облакземља по једном км^2 у току године) на подручју Србије, које су приказане и на међународним конференцијама за електрицитет и громобране (Плазинић, С., 1968; Плазинић, С., Миљковић, Н., 1973; Плазинић, С., 1975). Иначе, Југославија је међу првима у Европи успоставима мрежу бројача атмосферских електричних пражњења са пратећим визуелним и радарским осматрањима. Анализа погонских догађаја са овако добијеним информацијама, су, такође први пут, указале на проценат испада далековода због атмосферских пренапона.

У РХМЗ СРС су 1986. године израђена два успешна прототипа новијих бројача. После једногодишњег тестирања и одговарајућих анализа изабран је бројач 10 kHz за иновирање и квалитативно побољшање ове врсте инструменталних осматрања (Поповић, Т., 1991). Развој и израду прототипова нових бројача реализовао је Електротехнички институт "Никола Тесла" из Београда, а израду прве серије од 10 комада бројача финансирало је предузеће "Електроисток" из Београда. Инструменти су уступљени РХМЗ СРС, а по својим карактеристикама представљали су видно побољшање.

Плодна сарадња метеоролога, првенствено из РХМЗ СРС, и електропреноса је ослабила почетком деведесетих година. Имајући у виду да је она била обострано корисна и да нема разлога да таква поново не буде, треба настојати да се она што пре реактивира. На 23. Саветовању ЈУКО CIGRÉ 1997. године ово питање је актуелизирано у облику одговарајућих закључака и препорука.

Загађивање ваздуха и испади далековода

Загађивање ваздуха у свом штетном дејству се јавља и у електропреносној мрежи код загађивања изолаторских ланаца на проводницима надземних водова у индустријским зонама. Овај феномен се повремено јавља у нашим крајевима, када долази до испада далековода.

Забележени су испади ДВ услед загађења ледених наслага и промене проводних карактеристика. Обрађен је случај испада ДВ 400 kV на превоју Попадија код Доњег Милановца, при чему су вршена и лабораторијска испитивања састојака скинутих узорака ледених наслага (Вучковић, З., Плазинић, С., Милановић, Д., 1988; Вучковић, З., Плазинић, С., Здравковић, З., 1990). Ови радови, први пут у свету, су приказали овај проблем и редовно се цитирају у страној стручној литератури.

На 23. Саветовању ЈУКО CIGRÉ 1997. године донети су закључци да се због све израженијег проблема аерозагађења, између осталог, утврде нивои и врсте загађености у појединим подручјима.

Електропреносни систем - резиме

Метеоролошка активност у електропреносном систему обухвата проучавање метеоролошких услова залеђивања, ветра, атмосферског електричног пражњења и загађења ваздуха на постојећим и будућим трасама проводника надземних водова. Ово је од значаја за избор најповољнијих, економски оправданих траса, исправно димензионисање у пројектовању и одређивању заштитних мера. Из вишегодишње сарадње Метеоролошке службе и електропреносних предузећа проистекли су бројни стручни реферати на домаћим и страним саветовањима електроенергетичара и метеоролога. Дат је допринос и у изради техничких норматива и прописа. Актуелно је реактивирање метеоролошке активности преко Студијског комитета 22 - **надземни водови** ЈУКО CIGRÉ и сарадње између Републичког хидрометеоролошког завода Србије и електропривреде.

Диспечерска служба

Диспечерска служба, по карактеру свог рада и циљевима, заинтересована је за резултате метеоролошке активности из претходних студија. Тако, из студија трајнијег карактера за експлоатацију електроенергетских објеката су важни подаци из проучавања разних серија вредности метеоролошких елемената за дугогодишњу оцену производње, како ХЕ, тако и код ТЕ, напр. због заштите животне средине, као ограничавајућег фактора и специјалних прогноза, које су у квантитативној вези са потрошњом електричне енергије (оптерећења електроенергетског система). Метеоролошке информације и прогнозе за потребе диспечерске службе, у планирању и тренутном реаговању, првенствено обухватају температуру ваздуха, ветар и облачност, који су у вези са потрошњом електричне енергије, затим количине и облик падавина, у вези са отицајем и протицајем вода у ХЕ, а и залеђивања, ветра и атмосферских електричних пражњења, у вези са радом електропреносне мреже. Метеоролошке информације о прошлом и тренутном стању атмосферског времена, за разлику од прогноза, своде неизвесност ових на минимум.

Краткорочне метеоролошке прогнозе се изражавају у бројним вредностима метеоролошких елемената, са вероватноћом остварења у региону којег диспечерски центар снабдева електричном енергијом. Оне, иако довољно прецизне, кориговане и детерминисане за диспечерску службу, условљавају претходна утврђивања корелативних веза промене метеоролошких елемената и потрошње електричне енергије, исказаних у функционалној математичкој вези за оперативно и планирано руковођење диспечерском службом, са најмањим и бројно израженим ризиком. Применом нумеричких модела, прогнозе до 72 часа имају висок степен оправдања, а уз уношење субјективних искустава корисне су у предвиђању општег

карактера времена и за период од недељу дана. Већина научника верује да средњерочне прогнозе, за време од 2-3 недеље, представљају максималну дужину прогнозирања процеса у атмосфери.

Дугорочне метеоролошке прогнозе на бази аналогија, из архива синоптичких карата, имају известан успех, без објашњења правог механизма, који условљава дугопериодске карактеристике опште циркулације атмосфере. Улажу се и даље значајни напори у развијању и проверавању метода дугорочних прогноза времена на бази статистичко-динамичких, нумеричких, аналогних и других метода, са исказивањем у форми која експлицитно одређује ризик на релацији прогноза времена и информације - потрошња електричне енергије. Диспечерски центри треба да располажу емпиријски утврђеним функционалним релацијама између потрошње (оптерећења) и метеоролошких услова.

Електропривреда није у могућности сама да обавља обиман посао прикупљања, обраде и анализе метеоролошких података. Низ свакодневних метеоролошких мерења су потребна за оперативни рад, па и директне телекомуникационе везе између диспечерских центара електропривреде и појединих мерних пунктова, као напр. за дисперзију и концентрацију загађујућих материја и расхладних торњева итд.

Везе између производње, потрошње и безбедности у електропреносном систему и метеоролошких услова, добијене из студија у облику математичко-статистичких модела на основу стварних података из других опсервационих серија и одређених теоретских претпоставки, се од самих електропривредних организација верификују, побољшавају, одбацују или установљују нови емпиријски проверени поступци.

Информациони систем електропривреде се заснива на регионалним центрима где се метеоролошке информације стичу у диспечерску службу из Републичког ХМ завода, са допунама у директном повезивању диспечерске оперативе у подручјима концентрације великих потрошача и произвођача електричне енергије са локалним метеоролошким службама, напр. на аеродромима и метеоролошким опсерваторијама.

У Диспечерском центру Електропривреде Србије (ДЦ ЕПС), односно Центру за планирање и подршку Управљању ЕЕС, већ више од 30 година се одвија метеоролошка активност. Она обухвата перманентно ангажовање у издавању дневних и седмичних метеоролошких прогноза средњих и екстремних температура ваздуха, правца и брзине ветра и количина облачности и падавина за Београд, као највећем потрошачком региону. Такође се издају прогнозе екстремних температура ваздуха за области до 500 м нв, падавина у лит/м^2 и дотока воде у м^3/с за ХЕ у горњем и средњем делу слива Дрине (Пива, Потпећ, Вишеград и Бајина Башта). У периоду снежног покривача врше се процене водности и дотока од његовог отапања. Потребни метеоролошки подаци се користе у хидролошком моделу ССАРР за процене потрошње електричне енергије.

У току је реализација I фазе Студије о практичним могућностима примене аутоматских метеоролошких станица у оперативном раду ДЦ ЕПС. Планира се проширење оваквог начина рада и на слив Дрине и друге локације, са циљем аутоматизације процеса прикупљања и обраде података при изради прогноза и за друге потребе у оквиру Електропривреде Србије.

Диспечерска служба - резиме

Диспечерска служба представља финализирајући и неодвојиви део електроенергетског система. У њој се метеоролошке информације о прошлом и тренутном временском стању користе за планирање производње и потрошње електричне енергије, сводећи неизвесност атмосферских промена на минимум.

За краткорочне метеоролошке прогнозе, које се изражавају у бројним вредностима појединих метеоролошких елемената и вероватноћом остварења, у Диспечерској служби се користе, студијски добијене, корелативне везе са потрошњом електричне енергије, у облику математичко-статистичких модела, на основу стварних података из других опсервационих серија и одређених теоријских претпоставки.

У диспечерској служби се користе дугорочне метеоролошке и хидролошке прогнозе, добијене статистичко-динамичким, нумеричким, аналогним и другим методама, са исказивањем у форми која експлицитно одређује ризик на релацији прогноза времена - потрошња електричне енергије.

Метеоролошка активност у електропривреди - р е з и м е

Метеоролошка активност за потребе електропривреде је обимна и разноврсна. Она се одвија у домену пројектовања, изградње и експлоатације електроенергетског система - производних групација хидроелектрана и термоелектрана и електропреносне мреже, са диспечерском службом.

Код хидроелектрана метеоролошко ангажовање обухвата водни потенцијал са израдом прогноза дотицаја у акумулације и речних протицаја воде. Користе се објективне методе вероватноће и математичке статистике, са програмима прогностичких једначина, које укључују хидрометријске и метеоролошке податке.

Метеоролошки и хидролошки услови утичу на режим рада термоелектрана, код расхладних система, лагеровања угља и дисперзије и концентрације загађујућих материја у околини. Метеоролошке информације и прогнозе у овој групацији електропривреде су засноване на резултатима истраживања корелационих веза уочених проблема са метеоролошким условима.

На сигурност преноса електричне енергије утичу залеђивање, ветар, атмосферска електрична пражњења и загађивање ваздуха. Перманентна сарадња са метеоролошком прогностичком службом обезбеђује благовремено упозорење у односу на штетна дејства наведених метеоролошких фактора.

За диспечерску службу су од значаја метеоролошке и хидролошке прогнозе на бази статистичко-динамичких, нумеричких, аналогних и других метода, које експлицитно одређују ризик на релацији са потрошњом електричне енергије.

Актуелно је реактивирање раније сарадње Републичког хидрометеоролошког завода Србије и Електропривреде Србије на свим нивоима потреба појединих групација електропривреде. Ово претпоставља савремено сагледавање свих до сада уочених проблема у електропривреди за чије решавање метеоролошка активност може бити од помоћи, како у домену студијског рада, тако и у превентивнопрогностичком, оперативном ангажовању.

Литература

Анић, Б., 1968: Прорачун концентрације загађења ваздуха код термоелектрана, *III Саветовање о експлоатацији термоелектрана у Југославији, Загреб.*

Анић, Б., 1971: Мерења метеоролошких параметара потребних за прорачун атмосферске дифузије загађености ваздуха код ТЕ Косово, *I Конгрес за хемијско инжењерство и процесну технику, Београд.*

Berlyand, M.E., 1972: Atmospheric diffusion investigations in the U.S.S.R., *Technical Note No. 121, WMO, Geneve.*

Букановић, Д., 1961: Хидрометеоролошка активност у домену електропривредне проблематике, *Електропривреда, бр. 11-12, стр. 578-582.*

Ђукановић, Д., 1963: Залеђивање и udари ветра као утицајни фактори код далековода, *Заједница југословенске електропривреде, Београд, I Саветовање о експлоатацији далеководне мреже и трафостаница 110 и 220 kV Југославије, Порторож, стр. 1-20.*

Ђукановић, Д., 1964: Моћ охлађивања сувих и влажних површина у Београду, *Докторска дисертација, Природноматематички факултет, Београд.*

Ђукановић, Д., 1968: Хидрометеоролошке карте сливних површина хидроелектрана Југославије, I, *Заједница Југословенске електропривреде, Београд.*

Ђукановић, Д., 1970: Хидрометеоролошке карте сливних површина хидроелектрана Југославије, II, *Заједница Југословенске електропривреде, Београд.*

Ђукановић, Д., 1970: Метеоролошко-климатолошка активност у пројектовању и експлоатацији термоелектрана, *X Саветовање енергетичара Југославије ЈУНАКО CIGRÉ, Дубровник, VIII Саветовање климатолога Југославије, Златибор; Саветовање о изградњи и експлоатацији термоелектрана СЕВ-а и Југославије, Закопане, Пољска.*

Ђукановић, Д., 1973: Систематизација података о хаваријама на електропреносној мрежи, *Заједница југословенске електропривреде, Београд, V саветовање о преносној мрежи у СФРЈ, Опатија.*

Ђукановић, Д., 1974: Метод одређивања водног потенцијала снежног покривача на сливним подручјима хидроелектрана у Југославији, *Заједница југословенске електропривреде, Београд, Саветовање о хидроелектранама и пумпноакумулационим хидроелектранама, Сплит, 14. страна.*

Ђукановић Д., Плазинић, С., 1966: О проучавању залеђивања далековода у Србији, *ЈУНАКО CIGRÉ, VIII Саветовање енергетичара Југославије, Мостар.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., Вукмировић, Д., 1967: Резултати претходних изучавања залеђивања надземних проводника у Србији, *Зборник радова поводом 20-огодишњице Хидрометеоролошке службе СФРЈ, Београд, СХМЗ, стр. 207-230.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969: Експериментална станица за проучавање залеђивања и дејства ветра на далеководе, *Зборник III Саветовања о експлоатацији и изградњи преносне мреже СФРЈ, Примоштен; VII Саветовање климатолога Југославије, Будва, стр. 1-28.*

Ђукановић, Д., Киригин, Б., Плазинић, С., Ханџић, М., 1977: Обрада података о ветру за потребе пројектовања и изградње далековода, *XIII Саветовање електроенергетичара Југославије, ЈУНАКО CIGRÉ, Блед, стр. 123-151.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., Ханџић, М., 1979: Метод прикупљања и обраде метеоролошких података при утврђивању узрока и степена хаварија на електропреносној мрежи у СФРЈ, *XIV Саветовање електроенергетичара Југославије, ЈУНАКО CIGRÉ, Сарајево, стр. 133-148.*

Ђорђевић, Н., 1967: Хомогеност дугих низова падавина у Југославији, *Зборник радова поводом 20-огодишњице Хидрометеоролошке службе СФРЈ, СХМЗ, Београд, стр. 115-120.*

Ђорђевић, Н., Јовановић, С., 1966: Прогноза пролећног дотицаја у акумулацију ХЕ "Бајина Башта", *Институт "Јарослав черни", Београд, саопштења бр. 36, стр. 1-6.*

Hershfield, D.M., 1965: On the speacing of rainganges, *Syimp. Design of Hidrologycal Networks, Publ. No. 67 Int. Ass. for Scientific Hyidrology, Bruxeless.*

Lorenz, E.N., 1963: The preditability of hydrodynamic flow, *Trans. of Science, Ser. 2, Vol, 25, pp. 409-432.*

Odenthal, Al, Spangemacher, K., 1959: Der Kühlturm im dampfkraftprocess, *Brennstoff-Warme-Kraft (BWK) Bd. 11.*

Pasquill, F., 1961: The estimation of the dispersion of windborne material, *Met.Mag., 90, 1063, pp. 33-49.*

Плазинић, С., 1968: Резултати мерења атмосферског електричног пражњења помоћу бројача на територији СР Србије, *IX Стручно саветовање ЈУНАКО CIGRÉ, Врњачка Бања, реф. 41.09.*

Плазинић, С., 1971: Мерења метеоролошких параметара потребних за прорачун атмосферске дифузије загађености ваздуха код ТЕ Косово, *I Конгрес за хемијско инжењерство и процесну технику, Београд.*

Плазинић, С., 1975: Beitrag zur Untersuchung der Verteilung der zahl der Atmosphärischen electrischen entlandungen auf dem teritorium der SFR Jugoslavien, *XIII Interrnationale blitzschutz konferenz, Venezia, R. 1.4.*

Плазинић, С., 1985: Техничка метеорологија, *Научна књига, Београд.*

Плазинић, С., Миљковић, Н., 1973: Инструментална осматрања грмљавинских непогода у мрежи метеоролошких станица у СР Србији, *XII Међународна громобранска конференција, Порторож.*

Плазинић, С., Миљковић, Н., 1982: Damages of Structures due to Ice and Wind in Yugoslavia (Serbia), *First International workshop on atmospheric Icing of Structures, Hanover, New Hampshire, USA, pp. 225-237.*

Плазинић, С., Миљковић, Н., 1983: Анализа метеоролошких услова хаварија далековода на територији СР Србије, *XVI Саветовање електроенергетичара Југославије ЈУНАКО CIGRÉ, Опатија, реф. 22.13.*

Плазинић, С., Вучковић, З., Милановић, Д., 1988: Failures of Overhead transmission lines due to polluted Ice accretions on insulator strings, *Fourt International Conference on Atmospheric Icing of Structures, Paris, sept., pp. 305-309.*

Плазинић, С., Вучковић, З., Здравковић, З., 1990: Effect of polluted Ice and Snow accretions of higvoltage transmission line insulators, *Fift International Conference on Atmospheric Icing of Structures, Tokyo.*

Поповић, Т., 1991: Увођење бројача атмосферског електричног пражњења типа 10 kHz у мрежи ГМС РХМЗ РС, *Друга југословенска конференција о модификацији времена, Маврово, кг. II, стр. 135-138.*

Reinbird, A.F., 1967: Methods of estimating areal average precipitattion, *Report on WMO/IHD Projects, Reports. No. 3, WMO, Geneve.*

Warnick, C.C., Denton, V.E., 1971: New methods of measuring water equivalent of snow pack for automatic Recording at Remote mountain location, *Journal of Hydrology, 13., pp. 201-215.*

WMO, 1969: Manual for deptarea-duration analysis of storm precipitation, *No. 237, pp. 129, WMO, Geneve.*

Вучковић, З., Плазинић, С., Николић, И., 1996: Failures of Overhead lines due to Ice and Wet snow in a part of Balkan peninsula (Serbia), *International workshop on atmospheric Icing of Structures, Kvebek, Kanada.*

Заједница југословенске електропривреде, Београд, Институт за водопривреду "Јарослав черни", Београд, 1975: Студија организације хидрометеоролошке активности за потребе југословенске електропривреде, *5 књига.*

МЕТЕОРОЛОШКА АКТИВНОСТ У ЕЛЕКТРОПРЕНОСНОМ СИСТЕМУ

Др Драгомир М. Ђукановић, дипл. мет.
11080 Земун, Данила Медаковића 4/6
Слободан М. Плазинић, дипл. мет.
11070 Нови Београд, Јурија Гагарина 187/95
Тихомир А. Поповић, дипл. мет.
СХМЗ, 11000 Београд, Бирчанинова 6

Abstract

Meteorological activity in electricity supply system includes the studies of the meteorological conditions for the following: ice formation, wind, atmospheric electric discharges and air pollution at the present and future routes for overhead power lines' conductors. This is of great significance for selecting the most convinient and the most economical routes, appropriate project dimensioning and protective measures. The long-term collaboration between the Meteorological Service and the companies integrated in the electricity supply system has resulted in numerous scientific works presented at the domestic and international conferences and contributed to a compilation of the technical regulations, too. At the present, it is necessary to reactivate the meteorological activity through the mutual cooperation among The JUKO CIGRÉ Research Committee 22 for overhead power lines' conductors and The Republic Hydrometeorological Service of Serbia and our electricity industry.

Абстракт

*Метеоролошка активност у електропреносном систему обухвата проучавање метеоролошких услова залеђивања, ветра, атмосферског електричног пражњења и загађења ваздуха на постојећим и будућим трасама проводника надземних водова. Ово је од значаја за избор најповољнијих, економски оправданих траса, исправно димензионисање у пројектовању и одређивању заштитних мера. Из вишегодишње сарадње Метеоролошке службе и електропреносних предузећа проистекли су бројни стручни реферати на домаћим и страним саветовањима енергетичара и метеоролога. Дат је допринос и у изради техничких норматива и прописа. Актуелно је реактивирање метеоролошке активности преко Студијског комитета 22 - надземни водови - **JUKO CIGRÉ** и сарадње између Републичког хидрометеоролошког завода Србије и електропривреде.*

Увод

Савремено друштво постаје све више зависно од времена и климе, али не само као пасивни посматрач. Неке људске активности траже економске процене неповољних и штетних метеоролошких процеса и климатских промена. У том смислу, историјски посматрано, неколико догађаја је било значајно за однос човека према временским и климатским утицајима: лансирање метеоролошког сателита, успостављање светског метеоролошког бдења, редовно издавање нумеричких прогноза времена, глобални и регионални програм загађености ваздуха, програми модификације временских стања и програми примењене метеорологије и климатологије за потребе пројектовања, изградње и експлоатације великих објеката. У програмима примењене метеорологије и климатологије, у складу са схватањем да се ради о делу стварања националног блага, налазе се и метеоролошка истраживања, подаци и информације у електропреносном систему СР Југославије.

Метеоролошка активност у електропривредној групацији електроенергетског система и преносне мреже, односно електропреносног система се, као и у осталим групацијама електропривреде, одвија у правцу истраживачког рада и у пројектовању појединих објеката, као и у оквиру њихове изградње и експлоатације у јединственом систему.

Проблеми који су везани за метеоролошку активност у обезбеђењу сигурности рада електропреносног система, су следећи:

- залеђивање проводника надземних водова,
- дејство ветра на проводнике надземних водова,
- атмосферска електрична пражњења и испади далековода и
- загађеност ваздуха и испади далековода.
-

Бројни стручни метеоролошки радови, који су обрађивали све напред наведене проблеме, већ више од 45 година су у нас разматрали теоријске карактеристике и практичну примену у обради сваког од наведених проблема.

Саветовања електроенергетичара у југословенској електропривреди, Југословенског комитета Међународне конференције за велике електричне мреже - ЈУКО CIGRÉ и Саветовања метеорологаклиматолога су, у више махова, била места где су се излагали резултати и давале препоруке, у складу са закључцима и препорукама Међународне CIGRÉ, Међународне електротехничке конференције - IEC, Међународне конференције за залеђивање надземних предмета - IWAIS, Светске метеоролошке организације - WMO и ЈУС-а за њихову примену у изради техничких норматива и прописа за пројектовање, изградњу и експлоатацију електропреносног система.

О раду Међународне конференције за велике електричне мреже - *CIGRÉ* и Југословенског комитета *CIGRÉ*. Развојем и израдњом електроенергетских система све веће снаге и на већим пространствима дошло је до шире међународне сарадње у размени техничких искустава и оснивања једног међународног тела, које би се бавило организацијом техничких међународних конференција, посвећених, у првом реду, размени искустава у пројектовању, изградњи и експлоатацији електропреносних система.

У Паризу је 1921. године одлучено да се оснује организација под називом CIGRÉ (Conférence Internationale des Grands Résaux Electriqнes). Задатак организације је да окупља стручњаке свих земаља света, који су заинтересовани за велике електричне мреже, како би на саветовањима и конгресима размењивали своја искуства. Рад у овој организацији се одвија у студијским комитетима, чији су чланови врхунски светски стручњаци.

У октобру 1949. године Савез инжењера и техничара Југославије прихвата предлог Међународне CIGRÉ да се оснује одбор Југословенског националног комитета CIGRÉ. Нешто касније формирана је управа југословенске секције CIGRÉ. До ЈУНАКО CIGRÉ долази после XIII Заседања међународне CIGRÉ у Паризу, 1951. године.

Од првог саветовања ЈУНАКО CIGRÉ одржаног у мају 1953. године метеоролошка активност је присутна кроз реферате о проблемима наших прописа за далеководе и електропривредна постројења уопште. Сва следећа саветовања имала су по неколико реферата, у којима су посредно или непосредно третирани метеоролошки подаци за потребе електропреноса.

С обзиром на вишегодишњи активан рад метеоролога у Студијском комитету **водови**, на XI Саветовању ЈУНАКО CIGRÉ,

одржаном у мају 1972. године, у оквиру Студијског комитета **надземни водови**, основана је радна група **метеорологија**. Ова група, у континуираном раду, дала је значајан допринос сарадњи електропреносних организација и Хидрометеоролошке службе у коришћењу података из постојеће мреже метеоролошких станица, са увођењем специјалних мерења и експерименталних водова, објављивању више стручних реферата на саветовањима ЈУНАКО CIGRÉ и саветовањима метеоролога климатолога о утицају залеђивања и ветра, атмосферских електричних пражњења и загађења ваздуха на далеководе. Објављени радови су имали и програмски карактер у вези са израдом техничких норматива и прописа за пројектовање, изградњу и експлоатацију електропреносне мреже на свим нивоима.

И последње, 23. Саветовање ЈУКО CIGRÉ одржано у Херцег Новом у мају 1997. године, имало је два реферата, која су третирала метеоролошка питања: *Ударност кошаве* и *Хаварија далековода 220 кВ на подручју Шаргана у јануару 1997. године.* Закључци Студијског комитета 22 - **надземни водови** обухватили су потребу обнављања сарадње електропривреде и Хидрометеоролошке службе и израду предлога савремене методологије за обраду и прорачун метеоролошких параметара за надземне водове.

Пре него што се прикажу поједини метеоролошки феномени, који се јављају као узроци поменутих проблема при пројектовању и експлоатацији електропреносне мреже, корисно је да се изложе основни правци метеоролошке активности у овој области.

За проучавање штетних утицаја метеоролошких фактора, било да се ради о залеђивању и дејству ветра, атмосферским електричним пражњењима или загађивању ваздуха дуж траса далековода, метеоролошка активност обухвата истраживања путем мерења свих метеоролошких елемената који се јављају у одређеним атмосферским условима на одређеној територији. Анализе добијене опсервационе документације са резултатима и закључцима се користе у прописима за пројектовање и каснију експлоатацију електропреносне мреже (Ђукановић, Д., 1961, 1963; Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969).

Овде се подразумева коришћење стандардних података са најближих метеоролошких станица, а затим података, добијених из стандардних и специјалних мерења, успостављених дуж траса далековода, путем специјалних и експерименталних станица, укључујући и маршрутна мерења, по могућству у карактеристичним временским ситуацијама.

Поред метеоролошких истраживања у фази предпројектовања, практикују се и постхаваријска мерења на најближим трасама постојећих далековода, у циљу провере претходних пројектних елемената и коришћења за пројектовања будућих далековода.

Залеђивање проводника надземних водова
Проблем залеђивања у електропреносној мрежи је у њиховој штетности за конструкцију и погонску сигурност далековода, а њихово решавање се усмерава на избор најповољнијих, економски оправданих траса, исправно димензионисање у пројектовању далековода и примену одређених заштитних мера (Ђукановић, Д., 1963, 1973: Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1966).

Методи мерења залеђивања су различити и на међународном нивоу и веома се често допуњују. Визуелна и непосредна мерења залеђивања не захтевају већа материјална улагања, али постоје одређене тешкоће у њиховој примени на терену. Сличан је случај и са индиректним мерењем *даљиномером.* Различита региструјућа мерења, непосредно на проводницима далековода, су тешко остварива на терену, па се у свету и код нас користе испитни уређаји за мерење залеђивања на метеоролошким станицама (Плазинић, С., 1985., стр. 16-17).

Визуелна осматрања залеђивања се сматрају као допунска истраживања на далеководима у појединим случајевима и код прелиминарних проучавања терена у оквиру прикупљања општих орографскоклиматских података за будуће трасе далековода и података о хаваријама.

Непосредна мерења залеђивања, у недостатку специјалних мерних инструмената, су једноставна. Узимањем узорка ледене наслаге са одређене дужине проводника, долази се до његове тежине, а уз коришћење прикладних номограма, и до додатног оптерећења проводника услед леда. Примена овог метода, непосредно на проводницима, или на експерименталним распонима проводника, на различитим висинама, је отежана, јер је условљена близином становања осматрача, висинама и често при неповољним метеоролошким условима, а и у примени након хаварија наилази се на промењене стварне услове. На експерименталним станицама ова мерења се сматрају допунским.

Индиректна мерења ледених наслага се најчешће обављају у неприступачним крајевима или код проводника у напону. Она се заснивају на мерењу пречника ледених наслага помоћу *даљиномера*, уз познавање распона стубова, материјала, пресека проводника и основних метеоролошких елемената. Осетљивост у руковању даљиномером представља тешкоћу у примени овог метода изван сталних мерних места са обученим особљем.

Регистрирна мерења омогућују добијање непрекидних података о залеђивању на већ постојећим водовима или експерименталним распонима, без обзира на приступачност терена, са смањењем субјективног утицаја осматрачког особља. **Динамографи** су регистрирни инструменти за континуирана мерења залеђивања и додатног оптерећења проводника, уз упоредна мерења температуре ваздуха и ветра. Они могу бити са механизмом или електричним уређајем за регистровање напрезања проводника услед ледених наслага, са уградњом динамометра на месту напињања проводника или иза висећих изолаторских ланаца.

Гололедограф Бучинског је један од најстаријих уређаја који је радио на принципу мерења тежине наслаге леда или иња помоћу опруге, уз могућност одређивања врсте наслаге и времена таложења од стране осматрача.

Ледограф Бургсдорфа је у виду високонапонског проводника, дужине 200-300 м, повезаног са динамометарском опругом и регистрирним делом апарата.

Насбергов апарат за непосредна мерења максималних тежина ледених наслага на проводницима у погону је заснован на принципу стварања отисака куглице на челичној подлози, а монтира се на далеководу као чланак носећег изолаторског ланца.

Савремена истраживања залеђивања односе се на мерења додатних оптерећења на проводницима водова под напоном, са упоредним праћењем метеоролошких елемената и појава. Један од најновијих система биће приказан 1998. године на састанку AWAIS-а, у Рејкјавику (Исланд). Оваква мерења и испитивања улазе у мрежу метеоролошких мерења залеђивања према препорукама IEC-а.

Осматрање појаве и мерења параметара залеђивања проводника у мрежи метеоролошких станица. Средином шездесетих година озбиљно је разматрано увођење осматрања и мерења залеђивања на главним метеоролошким станицама у Србији. Залагањем метеоролога, који су развијали сарадњу са електропреносним организацијама (С. Плазинић, Д. Ђукановић и Д. Вукмировић) крајем шездесетих година ова мерења су уведена као вид специјалних мерења на ГМС. Она су се заснивала на једноставним испитним уређајима који су постављани, углавном, у кругу постојећих метеоролошких станица и неким локацијама, као што су Мајданпек и Црни Врх, под условима који се разликују од стварних код далековода у погону, уз коришћење упутстава за рад (Плазинић,

С., 1965.) и Атласа залеђивања Бучинског (ХМЗ СРС, 1965). Зато је уведено коришћење корелационих фактора са специјалних, експерименталних станица.

Експериментална станица, са комплексним мерењима у стварним условима рада далековода, као неопходна чврста веза са мрежом испитних уређаја, омогућује добијање корелативних веза у различитим метеоролошким условима (Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969). Програм рада овакве станице обухвата истраживања залеђивања проводника и стубова и дејство ветра на далеководе, помоћу неколико експерименталних распона, нормалних дужина и висина изнад тла, уз упоредна мерења са специјалним уређајима на метеоролошким станицама. Програм истраживања залеђивања и дејства ветра на проводнике и стубове на експерименталној станици обухвата испитивања утицаја висине и пречника проводника на дебљину ледених наслага и њихову тежину, са одређивањем корекционих фактора, испитивање интензитета стварања наслага на различитим проводницима и стубовима и односа димензија, тежине, трајања и честине јављања залеђивања и метеоролошких параметара у карактеристичним синоптичким временским ситуацијама и др.

Ова истраживања обухватају лабораторијска мерења и микроскопска испитивања стварања и структуре ледене наслаге, проучавање утицаја напона и струје у проводнику, фототеку врста и подврста наслага и израду атласа залеђивања. На експерименталној станици могућа су и остала испитивања из области механичких, динамичких, а нарочито термичких и других појава и утицаја на далеководе.

Резултати рада експерименталне станице се користе, с једне стране при пројектовању и експлоатацији електропреносне мреже, док, с друге стране, добијене корелационе везе додатног оптерећења и метеоролошких услова служе у предузимању превентивних заштитних мера. У оквиру рада експерименталне станице долази у обзир и испитивање утицаја загађености ваздуха на прескоке и испаде далековода у индустријскохемијским и рударским локалитетима.

Погодност појединих ГМС у погледу испитивања појаве залеђивања и перманентна присутност професионалних метеоролошких осматрача коришћена је, на предлог метеоролога из РХМЗ СРС, за реализацију потребних истраживања. Као резултати таквих пројеката, који су се састојали из предлога организације, постављања, реализације, контроле и верификовања специјалних мерења - каква су нпр. градијентна мерења на различитим проводницима, биле су драгоцене информације о променама параметара залеђивања у функцији врсте проводника (Поповић, Т., Миљковић, Н., 1991). У другим земљама овакви пројекти су се реализовали на експерименталним станицама. Са задовољством се може констатовати да се на ГМС реализовала истраживачка активност која је задовољавала потребе електропреноса.

Прикази теоријских разматрања процеса и механизма залеђивања проводника надземних водова и методологије осматрања и мерења залеђивања и прорачуна додатног оптерећења, примери метеоролошких анализа хаварија на територији Републике Србије, описи синоптичких временских ситуација са аеролошким подацима и радарским осматрањима су детаљно изложени од стране С. Плазинића 1985. године (стр. 10-113).

У оквиру рада стручне групе **метеорологија** у Студијском комитету **надземни водови** ЈУКО CIGRÉ разрађена је методологија прикупљања и обраде метеоролошких података при утврђивању узрока и степена хаварија на електропреносној мрежи у СФРЈ (Ђукановић, Д., 1973; Ђукановић Д., Плазинић, С., Ханџић, М., 1979).

Дејство ветра на проводнике надземних водова

За потребе пројектовања и експлоатације електропреносне мреже неопходно је

обезбедити довољно квалитетних мерних података о ветру, као величини која непосредно улази у прорачуне оптерећења далековода (Ђукановић, Д., 1963, 1973).

За непосредно мерење притиска ветра у метеоролошкој служби се употребљава више система за мерење ветра, добијањем величине брзине ветра, зауставног притиска, кинетичке енергије, снаге или учинка, пређеног пута и др.

Према прописима за градњу далековода од посебне важности су максималне брзине ветра и вероватноћа њихове појаве из периода од најмање 5 година, које се могу добити из мерења разних врста *анемографа*, који су, углавном, неповољно лоцирани у односу на потребе електропреноса. Познавање додатног оптерећења далековода услед дејства ветра је важно у широком распону брзина ветра, како за проводнике са наслагом леда или иња, или без њих, тако и за далеководне стубове. Такође је од важности испитивање додатног оптерећења далековода услед дејства ветра код различитих експозиција проводника, посебно у односу на преовлађујуће правце ветрова, затим корекционих коефицијената за прорачуне са променама висине изнад земљиног тла, отклона изолаторских ланаца и корелационих веза појединих врста залеђивања и учестаности праваца, односно брзина ветра у одређеним временским ситуацијама, као и испитивања галопирања, вибрација, њихања и увијања проводника (Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969; Ђукановић, Д., Киригин, Б., Плазинић, С., Ханџић, М., 1977; Ђукановић, Д., Плазинић, С., Ханџић, М., 1979).

Од важности је међусобни утицај дејства леда и ветра и прорачун додатног комбинованог оптерећења далековода, у зависности од јачине ветра и пречника залеђеног проводника. Овде, такође, треба поменути, неопходност експерименталне станице за проучавање залеђивања и дејства ветра на далеководе у карактеристичним физичкогеографским условима, при различитим временским ситуацијама (Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969).

Метеоролози, који су радили на обрадама ветра за потребе електропреноса нису се задовољавали препорукама из Техничког правилника за изградњу надземних водова. Пратећи стручну литературу радили су на допунама методологија како би се пројектантима пружиле што поузданије полазне вредности за потребе различитих прорачуна. Овде се могу навести два прилаза: *први* - пробабилистички прилаз пројектовању далековода, кроз припрему метеоролошких параметара у РХМЗ СРС, практично је прихваћен средином осамдесетих година, а тек после 1997. године се преузимају стандарди са оваквим приступом, на основу којих тек треба да се иновира Технички правилник за изградњу надземних водова; *други прилаз* - при решавању сложених захвата, као што је био прелаз Дунава код ТЕ Дрмно, са висином вешања проводника на 116 м, када су прелиминарни предлози датих вредности за ветар, након специјалних мерења и прорачуна, прихваћени као коначни, јер је установљено одступање од само 5 процената.

У протеклом периоду је од стране домаћих аутора објављено више радова на појединим саветовањима и конгресима, не само у земљи него и у иностранству, који су третирали проблеме залеђивања и дејства ветра на проводнике надземних водова (Ђукановић, Д., Плазинић, С., Вукмировић, Д., 1967; Плазинић, С., Вукмировић, Д., Стаматовић, М., 1968; Плазинић, С., Миљковић, Н., 1982, 1983; Плазинић, С., 1984; Плазинић, С., Вучковић, З., Милановић, Д., 1988; Плазинић, С., Вучковић, З., Здравковић, З., 1990; Поповић, Т., Миљковић, Н., 1991; Вучковић, З., Плазинић, С., Николић, И., 1996. и др.).

Атмосферска електрична пражњења и испади далековода

За пројектовање, изградњу и одржавање електропреносне мреже (далековода и трафостаница), за које удар муње и атмосферски електрични пренапони представљају опасност, веома су важни подаци о броју атмосферског електричног

пражњења на јединицу површине и о њиховој просторној и временској расподели на локацији објекта или дуж трасе далековода (Плазинић, С., 1985, стр. 250).

Увиђајући недостатке визуелних осматрања појаве атмосферског електричног пражњења за потребе електропреноса, у РХМЗ СРС је извршен избор и реализована прва израда бројача атмосферског електричног пражњења, којим су 1968. године започета инструментална осматрања на подручју Србије. Био је то бројач типа РХМЗ, израђен на основу сличних совјетских и чешких инструмената. Иако је имао релативно сложену процедуру (Поповић, Т., 1983) за прорачун Ng (густина пражњења типа облакземља по једном км^2 у току године) овај бројач је омогућио добијање првих информација о броју укупног атмосферског електричног пражњења на подручју Србије, које су приказане и на међународним конференцијама за електрицитет и громобране (Плазинић, С., 1968; Плазинић, С., Миљковић, Н., 1973; Плазинић, С., 1975). Иначе, Југославија је међу првима у Европи успоставила мрежу бројача атмосферских електричних пражњења са пратећим визуелним и радарским осматрањима. Анализе погонских догађаја са овако добијеним информацијама су, такође први пут, указале на проценат испада далековода због атмосферских пренапона.

Почетком осамдесетих година започета су разматрања потреба за израду новог бројача. Ослањајући се на стечено искуство, а имајући у виду потребе корисника и одговарајуће препоруке CIGRÉ, у РХМЗ СРС су 1986. године израђена два успешна прототипа нових бројача. Били су то адаптирани бројачи CIGRÉ са вертикалном антеном и пиковима пријема на 500 Hz и 10 kHz (Поповић, Т., Гаврић, М., 1987). После једногодишњег тестирања и одговарајућих анализа изабран је бројач 10 kHz за иновирање и квалитативно побољшавање ове врсте инструменталних осматрања (Поповић, Т., 1991). Развој и израду прототипова нових бројача, по добијеним захтевима, реализовао је Електротехнички институт "Никола Тесла" из Београда. Комплетан развој и израду прве серије од 10 комада бројача финансирало је предузеће "Електроисток" из Београда. Инструменти су уступљени РХМЗ СРС, а по својим карактеристикама представљали су видно побољшање. Оно се огледало у поузданијем раздвајању типова атмосферског електричног пражњења и задржавању исте осетљивости током целе године, што је коначно имало за резултат добијање веродостојнијих вредности за Ng. Такође, уз финансијску подршку "Електроисток"-а на старим бројачима побољшане су њихове перформансе.

Плодна сарадња метеоролога, првенствено из РХМЗ СРС, и Електропреноса је ослабила почетком деведесетих година. Имајући у виду да је она била обострано корисна и да нема разлога да таква поново не буде, треба настојати да се она што пре реактивира. На 23. Саветовању ЈУКО CIGRÉ 1997. године ово питање је актуелизирано у облику одговарајућих закључака и препорука.

Загађивање ваздуха и испади далековода

Загађивање ваздуха у свом штетном дејству се јавља и у електропреносној мрежи код загађивања изолаторских ланаца на проводницима надземних водова у индустријским зонама. Овај феномен се повремено јавља у нашим крајевима, када долази до испада далековода.

Забележени су испади ДВ услед загађености ледених наслага и промене проводних карактеристика. Обрађен је случај испада ДВ 400 kV на превоју Попадија код Доњег Милановца, при чему су вршена и лабораторијска испитивања састојака скинутих узорака ледених наслага (Вучковић, З., Плазинић, С., Милановић, Д., 1988; Вучковић, З., Плазинић, С., Здравковић, З., 1990). Ови радови, први пут у свету, су приказали овај проблем и редовно се цитирају у страној стручној литератури.

На 23. Саветовању ЈУКО CIGRÉ 1997. године донети су закључци да се због све израженијег проблема аерозагађења, између осталог, утврде нивои и врсте загађености у појединим подручјима.

Резиме

Метеоролошка активност за потребе електропреносног система, као и код осталих групација електропривреде, одвија се у области пројектовања, изградње и експлоатације појединих објеката.

На погонску сигурност преноса електричне енергије утиче више метеоролошких фактора. Упознавање метеоролошких услова залеђивања, дејства ветра, атмосферских електричних пражњења и загађености ваздуха на постојећим и будућим трасама проводника надземних водова је од значаја за избор најповољнијих, економски оправданих, траса, исправно димензионисање у пројектовању и одређивање заштитних мера.

Досадашња метеоролошка активност се карактерише вишегодишњом сарадњом Хидрометеоролошке службе и електропреносних предузећа, из које су проистекли бројни стручни реферати на многим домаћим и страним саветовањима енергетичара и метеоролога. Тиме је дат активан допринос и у изради техничких норматива и прописа у домену пројектовања, изградње и експлоатације електропреносног система у нашој земљи.

Актуелно је реактивирање метеоролошке активности преко стручне групе **метеорологија** у Студијском комитету 22 - **надземни водови** ЈУКО CIGRÉ и реализације програма сарадње Републичког хидрометеоролошког завода Србије и Електропривреде Србије.

Литература

Бучински, В. Ј., 1965., у преводу М. Радошевића: Атлас залеђивања, *ХМЗ СРС, Београд, стр. 1-50.*

Ђукановић, Д., 1961: Хидрометеоролошка активност у домену електропривредне проблематике, *Електропривреда, бр. 11-12, стр. 578-582.*

Ђукановић, Д., 1963: Залеђивање и удари ветра као утицајни фактори код далековода, *Заједница југословенске електропривреде, Београд, I Саветовање о експлоатацији далеководне мреже и трафостаница 110 и 220 kV Југославије, Порторож, стр. 1-20.*

Ђукановић, Д., 1973: Систематизација података о хаваријама на електропреносној мрежи, *Заједница југословенске електропривреде, Београд, V Саветовање о преносној мрежи у СФРЈ, Опатија.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1966: О проучавању залеђивања далековода у Србији, *ЈУНАКО CIGRÉ, VIII Саветовање енергетичара Југославије, Мостар.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., Вукмировић, Д., 1967: Резултати претходних изучавања залеђивања надземних проводника у Србији, *Зборник радова поводом 20-огодишњице Хидрометеоролошке службе СФРЈ, Београд, СХМЗ, стр. 207-230.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., 1969: Експериментална станица за проучавање залеђивања и дејства ветра на далеководе, *Зборник III Саветовања о експлоатацији и изградњи преносне мреже СФРЈ, Примоштен; VII Саветовање климатолога Југославије, Будва, стр. 1-28.*

Ђукановић, Д., Киригин, Б., Плазинић, С., Ханцић, М., 1977: Обрада података о ветру за потребе пројектовања и изградње далековода, *XIII Саветовање електроенергетичара Југославије ЈУНАКО CIGRÉ, Блед, стр. 123-151.*

Ђукановић, Д., Плазинић, С., Ханцић, М., 1979: Метод прикупљања и обраде метеоролошких података при утврђивању узрока и степена хаварија на електропреносној мрежи у СФРЈ, *XIV Саветовање електроенергетичара Југославије, ЈУНАКО CIGRÉ, Сарајево, стр. 133-148.*

Плазинић, С., 1965: Привремено упутство за осматрање и мерење залеђивања проводника у мрежи метеоролошких станица, *РХМЗ СРС, Београд, стр. 1-30.*
Плазинић, С., 1968: Резултати мерења атмосферског електричног пражњења помоћу бројача на територији СР Србије, *IX Стручно саветовање ЈУНАКО CIGRÉ, Врњачка Бања, реф. 41.09.*
Плазинић, С., 1975: Beitrag zur Untersuchung der Verteilung der zahl der Atmosphärischen electrischen entlandungen auf dem teritorium der SFR Jugoslavien, *XIII Internationale blitzschutz konferenz, Venezia, R. 1.4.*
Плазинић, С., 1984: Damages of structures due to Ice and Wind, *XIII International Conference for Alpine Meteorology, Opatija, pp. 247-252.*
Плазинић, С., 1985: Техничка метеорологија, *Научна књига, Београд.*
Плазинић, С., Миљковић, Н., 1973: Инструментална осматрања грмљавинских непогода у мрежи метеоролошких станица у СР Србији, *XII Међународна громобранска конференција, Порторож.*
Плазинић, С., Миљковић, Н., 1982: Damages of Structures due to Ice and Wind in Yugoslavia (Serbia), *First International workshop on atmospheric Icing of Structures, Hanover, New Hampshire, USA, pp. 225-237.*
Плазинић, С., Миљковић, Н., 1983: Анализа метеоролошких услова хаварија далековода на територији СР Србије, *XVI Саветовање електроенергетичара Југославије ЈУНАКО CIGRÉ, Опатија, реф. 22.13.*
Плазинић, Сл, Вучковић, З., Милановић, Д., 1988: Failures of Overhead transmission lines due to polluted Ice accretions on insulator strings, *Fourt International Conference on Atmospheric Icing of Structures, Paris, sept., pp. 305-309.*
Плазинић, С., Вучковић, З., Здравковић, З., 1990: Effect of polluted Ice and Snow accretions on higvoltage transmission line insulators, *Fift International Conference on Atmospheric Icing of Structures, Tokyo.*
Плазинић, С., Вукмировић, Д., Стаматовић, М., 1968: Сарадња електропривредних организација и Хидрометеоролошке службе у СР Србији на прикупљању и обради података потребних за пројектовање електричних водова, *IX Саветовање електроенергетичара Југославије ЈУНАКО CIGRÉ, Врњачка Бања, реф. 30.05.*
Поповић, Т., 1983: Прорачун броја атмосферског електричног пражњења типа облакземља, *САРЕН, Београд, стр. 263-266.*
Поповић, Т., 1991: Увођење бројача атмосферског електричног пражњења типа 10 kHz у мрежи ГМС РХМЗ Р Србије, *Друга југословенска конференција о модификацији времена, Маврово, књ. II, стр. 135-138.*
Поповић, Т., Гаврић, М., 1987: Бројач атмосферског електричног пражњења са вертикалном антеном, *Зборник радова са XVIII Саветовања електроенергетичара Југославије ЈУКО CIGRÉ, Будва, стр. 131-140.*
Поповић, Т., Миљковић, Н., 1991: Додатни терет од залеђивања на проводницима надземних водова у облику самоносећег кабловског снопа, *XX Саветовање електроенергетичара Југославије ЈУКО CIGRÉ, Неум.*
Вучковић, З., Плазинић, С., Николић, И., 1996: Failures of Overhead lines due to Ice and Wet snow in a part of Balkan peninsula (Serbia), *International workshop on atmospheric Icing of Structures, Kvebek, Kanada.*
Вучковић, З., Николић, И., Стојиљковић, Љ., 1997: Хаварија далековода 220 kV бр. 203/1 и бр. 206/1 на подручју Шаргана у јануару 1997. године, *23. Саветовање ЈУКО CIGRÉ, Херцег Нови, реф. 22-09.*
Вукмировић, Д., Ункашевић, М., Тошић, И., 1997: Ударност кошаве, *23. Саветовање ЈУКО CIGRÉ, Херцег Нови, реф. 22-03.*

ТЕМПЕРАТУРЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ У БЕОГРАДУ

Предраг Петровић, мет. техн.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66
11030 Београд, Југославија

Abstract

The discussion of the road construction temperature is important in civil engineering, because the data on road construction temperature characteristics in real weather conditions are available and thus the existing indirect methods of determination temperature parameters can be reevaluated.
Knowing the conditions for low road surface temperatures is very important in traffic. Low temperatures directly influences the conditions of icing or maintaining new snow layers of the road surface.
The discussion of the road construction temperatures is also important in meteorology, especially for urban area climate studies. Its influence on air temperature in various weather conditions must not be rejected because this type of surface prevails in urban areas.

Абстракт

Разматрање температуре коловозне конструкције је значајно у грађевинарству, јер се добијају подаци о температурним карактеристикама коловоза у реалним временским условима, па се тако могу проверити постојеће индиректне методе одређивања температурних параметара у пракси.
У саобраћају је веома важно познавање услова у којим се јављају ниске температуре коловоза. Ниске температуре непосредно утичу на услове стварања поледице или задржавања новог снега на површини коловоза.
Познавање температуре коловозне конструкције је важно и за метеорологију, нарочито за проучавање климе урбаних подручја. Како ова врста подлоге преовлађује у урбаним областима, не сме се одбацити њен утицај на температуру ваздуха у разним временским условима.

О МЕРЕЊУ

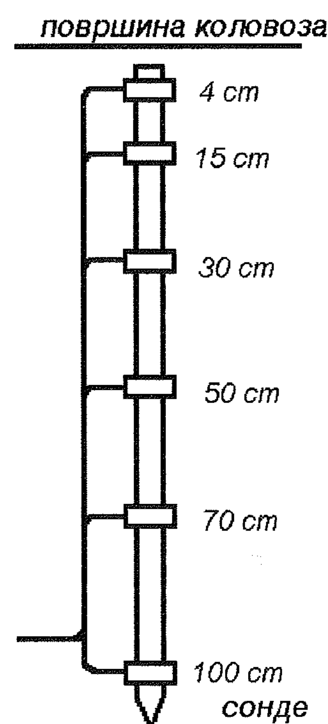
Историјат мерења

Температура коловозне конструкције у Београду се мери од 1986. године. У почетку су мерења вршена према потреби, да би се 1988. године установила свакодневна мерења која су одржана до данас. До прекида мерења услед неисправности инструмента долазило је до 1990. године, када је обезбеђен континуитет мерења. Мерења се врше у Пастеровој улици, недалеко од зграде Опсерваторије.

Опис инструмента

Инструмент за мерење температуре коловозне конструкције се састоји из следећих делова (слика 1):

Пријемни део са сондама је у облику штапа дужине око 1.2m. Штап је постављен вертикално у коловозној конструкцији тако да се један крај налази непосредно испод саме површине коловоза. Дуж штапа се налази



Слика 1. Схема пријемног дела инструмента

шест сонди за температуру, ширине по 4cm. Средине тих сонди се налазе на дубинама 4cm, 15cm, 30cm, 50cm, 70cm и 100cm и налазе се у различитим слојевима коловозне конструкције. Сонде су термоелементи за позитивним температурним коефицијентом. Сонде су са мерним делом инструмента повезане проводницима, који се налазе на дубини од око 1m.

Мерни део инструмента је универзални инструмент за мерење електричних величина, подешен за мерење електричног отпора. Инструмент има тачност од 1%. Вредност електричног отпора се очитава са тачношћу од 0.1Ω.

Табла са утичницама за мерење се налази непосредно поред инструмента. Ова табла има седам утичница. У једној се стално налази један крај парица за мерење електричних величина и представља фиксирани крај отпора који се мери. Остале утичнице су слободне за мерење електричног отпора сонде на одређеној дубини, где је за сваку дубину обезбеђена по једна. Ове утичнице представљају слободни крај електричног отпора који се мери.

Поступак осматрања: По укључивању инструмента проверава се тачност његовог показивања на начин који је предвиђен упутством за употребу. Мерење се врши тако што се слободни крај парица редом поставља у сваку од утичница за мерење почев од најмање дубине (4cm) према највећој дубини (100cm) и очитава вредност електричног отпора са тачношћу показивања мерног дела инструмента. Очитавање се врши оног тренутка када се на показивачу инструмента бројке задрже на једној сталној вредности. Приликом сваког очитавања бележи се вредност електричног отпора, док се температура одређује после завршеног очитавања и искључивања мерног дела инструмента. За то одређивање користи се посебна таблица која је сачињена на основу једначине промене електричног отпора у зависности од температуре

$$R = R_0(1+\alpha T)$$

где је $R_0 = 160.8\ \Omega$ електрични отпор сонде при температури 0°C, T је температура сонде, а $\alpha = 0.1345°C^{-1}$ је температурни коефицијент сонде.

Тачност мерења зависи од тачности одређивања електричног отпора. Како је тачност очитавања инструмента 0.1Ω, а називна тачност инструмента 1%, добијамо да је тачност мерења око 0.2°C. Управо се из тог разлога на таблици за одређивање температуре налазе вредности у интервалима температуре од по 0.2°C.

Програм мерења

Редовна мерења температуре коловозне конструкције обухватају мерење на пет одређених дубина, и то 4cm, 15cm, 30cm, 50cm и 100cm. Мерења се врше пет пута дневно, и то у 5, 7, 14, 19 и 21 час.

Ванредна мерења се спроводе само према потреби. Она се најчешће односе на часовна мерења на свим дубинама, где се понекад укључују мерења температуре површине коловозне конструкције контактним електричним термометром непосредно изнад саме сонде.

ОБРАДА ПОДАТАКА

Обрада података о температури коловозне конструкције врши се на исти начин као и обрада података о температури земљишта. То обухвата одређивање средњих и екстремних вредности температуре за сваку дубину и за сваки термин. Средња дневна температура на свакој од дубина је израчуната као аритметичка средња вредност температуре из три климатолошка термина (7, 14 и 21 час). Дневна колебања (амплитуде) температуре одређена су као разлика између највише и најниже температуре измерене у било ком термину осматрања у току дана.

Дневни ток температуре коловозне конструкције

Ради одређивања дневног тока температуре коловозне конструкције, спроведена су ванредна часовна мерења у периоду од 23. јула до 11. августа 1992. године. Овај период је одабран због очекиваних великих дневних колебања температуре као последице интензивног загревања и хлађења површине коловоза. У овом периоду је дошло и до веома високих температура ваздуха. У табели 1 дате су средње часовне вредности температуре за сваку од дубина, као и за температуру ваздуха у току вршења ванредних мерења.

Дневна колебања температуре указују на количину топлоте која пролази кроз слој на одређеној дубини. Приликом загревања, количина топлоте коју прими слој на мањој дубини једним делом се троши на загревање самог слоја, док се други део преноси на слојеве на већој дубини. Последица овакве расподеле топлоте је интензивније загревање и хлађење површинских слојева у односу на слојеве веће дубине, што се одражава као смањење амплитуда температуре са повећањем дубине.

Из добијених података може се запазити да је дневно колебање температуре на 4cm дубине око два и по пута веће него на дубини од 15cm. Већ на 30cm дубине имамо двоструко мање амплитуде у односу на претходну мерну дубину, односно пет пута мање у односу на најмању мерну дубину. На 50cm оне су око 20 пута мање у односу амплитуде на дубини од 4cm, док су на 100cm дубине реда величине тачности мерења (до 0.2°C), па можемо сматрати да их практично нема. Ови односи амплитуда нису равномерни, што је последица нехомогеног састава подлоге, а самим тим и различитих термичких особина сваког од слојева.

Минимална дневна температура се на дубини 4cm јавља око један до један и по час по изласку Сунца (у периоду када су вршена ова мерења то је око 5 часова ујутру). Максимална дневна температура се јавља око један до један и по час по доласку Сунца до највише тачке изнад хоризонта (око 14 часова). Примећује се готово иста временска разлика између дневних екстрема температуре на најмањој дубини и услова који су до тих екстрема довели. Идући

Табела 1. Средње часовне вредности температуре коловозне конструкције и ваздуха у време ванредних мерења (°C), Београд, 23.7.-11.8.1992.

~as	4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m
7	28.5	30.5	31.3	30.1	23.6	23.0
8	29.4	30.2	30.9	29.9	23.6	25.7
9	32.4	30.3	30.7	29.8	23.7	28.0
10	37.6	30.7	30.6	29.6	23.7	29.9
11	42.3	31.8	30.6	29.6	23.6	31.4
12	45.8	33.1	30.9	29.6	23.6	32.4
13	47.0	35.2	31.5	29.6	23.6	32.6
14	47.3	36.4	32.0	29.7	23.7	33.5
15	46.8	37.4	32.8	29.8	23.7	33.9
16	43.9	37.9	33.3	29.8	23.7	33.2
17	41.3	38.0	33.8	29.8	23.6	32.3
18	38.7	37.6	34.2	29.9	23.6	30.5
19	36.1	37.1	34.5	30.1	23.6	28.6
20	34.7	36.4	34.5	30.2	23.6	26.6
21	33.6	35.6	34.4	30.4	23.6	25.6
22	32.7	35.2	34.2	30.5	23.6	24.8
23	31.2	34.6	33.9	30.5	23.7	24.0
24	30.7	33.9	33.7	30.6	23.7	23.1
1	29.9	33.4	33.3	30.7	23.7	22.1
2	29.4	32.7	32.9	30.8	23.7	21.4
3	28.7	32.1	32.6	30.7	23.7	20.7
4	28.2	31.7	32.3	30.6	23.7	19.7
5	27.7	31.2	32.0	30.4	23.7	19.1
6	27.6	30.8	31.8	30.5	23.7	19.8
7	28.0	30.2	31.5	30.4	23.7	21.8
sr.	35.2	33.8	32.6	30.1	23.7	26.5
max	47.3	38.0	34.5	30.8	23.7	33.9
min	27.6	30.2	30.6	29.6	23.6	19.1
amp.	19.7	7.8	3.9	1.2	0.2	14.8

ка већим дубинама, време јављања дневних екстрема температуре "касни", тако да се на 15cm дубине дневни екстреми јављају око три часа касније, на 30cm дубине око шест часова касније, а на 50cm дубине десетак часова касније у односу на дубину од 4cm.

Из овога се намеће закључак да екстремне дневне температуре касне са дубином око јеадн час на свака 4cm промене дубине. Имајући ово у виду, можемо закључити да се екстремне температуре на површини коловоза јављају један час раније него на дубини од 4cm. То значи да се минимална температура површине коловоза јавља око пола часа по изласку Сунца, а максимална око пола часа по достизању највишег упадног угла Сунчевих зрака на хоризонталну површину, односно око 13 часова.

Температуре најмањих дубина коловозне конструкције су током целог дана знатно више од температуре ваздуха. На 4cm дубине разлика је између 5°C ујутру до 15°C у раним поподневним часовима. Интересантно је уочити да су времена појављивања дневних екстрема температуре ваздуха и температуре коловозне конструкције на 4cm дубине приближно иста, што може бити последица једнаке брзине транспорта топлоте од површине подлоге до ових нивоа.

Годишњи ток температуре коловозне конструкције

За одређивање годишњег тока температуре коловозне конструкције коришћени су подаци који се односе на период од 1991. до 1996. године. У овом периоду постоји континуитет мерења на наведених пет дубина.

Према добијеним подацима (табела 2), у већем делу године слојеви мање дубине топлији од слојева веће дубине, док у периоду мањег трајања сијања Сунца (од октобра до фебруара) температура расте са повећањем дубине. Једна од карактеристика годишњег тока средњих месечних вредности је и та да се смена хладнијих и топлијих слојева врши за веома кратко време, у току једног месеца, и то на свим дубинама. Највише средње месечне температуре се на скоро свим дубинама јављају у јулу, а најниже у јануару. Екстремне вредности средњих месечних температура се на дубини од 100cm јављају око месец дана касније.

Годишње колебање средњих месечних температура на дубини од 4cm износи 29.3°C и са повећањем дубине се скоро равномерно смањује. На 50cm оно износи 22.4°C, а на 100cm скоро двоструко мање у односу на најмању мерну дубину (15.4°C). Уколико узмемо у обзир да су дубине на којима престаје дневно и годишње колебање у сразмери $\sqrt{1}:\sqrt{365.24} \approx 1{:}19$ (Вујевић, 1948), овде можемо сматрати да, ако дневно колебање достиже дубину од 100cm, годишње колебање престаје на дубини од око 19m.

Средње дневно колебање температуре из термина осматрања је најмање у децембру, месецу

Табела 2. Средње месечне и годишње вредности температуре и дневне амплитуде температуре коловозне конструкције и ваздуха (°C), Београд, 1991. - 1996. год

Sredwe vrednosti							Amplitude						
	4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m		4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m
I	2.9	3.4	3.9	5.0	8.3	1.6	I	4.1	1.3	0.6	0.1	0.0	6.0
II	4.5	4.8	5.0	5.6	8.2	2.4	II	6.8	2.2	1.1	0.3	0.0	7.5
III	11.1	10.9	10.7	10.6	11.0	7.1	III	10.0	3.6	1.8	0.3	0.1	9.1
IV	18.0	17.1	16.4	15.5	13.8	12.4	IV	12.3	4.5	2.4	0.5	0.1	9.8
V	25.5	24.3	23.4	21.9	18.1	17.7	V	14.2	5.0	2.6	0.5	0.1	10.6
VI	29.7	28.3	27.3	25.3	20.9	21.1	VI	14.8	5.2	2.8	0.6	0.1	10.7
VII	32.2	30.7	29.5	27.4	22.8	23.2	VII	15.9	5.7	2.8	0.5	0.1	11.6
VIII	31.1	30.1	28.7	27.2	23.6	23.2	VIII	14.3	4.9	2.2	0.5	0.0	11.2
IX	24.0	23.7	23.3	22.5	20.8	18.0	IX	11.6	4.1	2.0	0.3	0.1	10.9
X	16.6	16.8	16.9	17.1	17.4	12.7	X	8.2	2.9	1.2	0.4	0.2	9.7
XI	8.5	9.2	9.5	10.4	12.7	6.8	XI	4.7	1.7	0.6	0.2	0.1	7.1
XII	3.3	4.1	4.7	5.8	9.4	2.0	XII	3.0	1.0	0.4	0.1	0.1	5.6
god.	17.3	17.0	16.7	16.2	15.6	12.4	god.	9.9	3.4	1.7	0.3	0.0	9.2

са најмањим трајањем сијања Сунца, а највеће је у јулу. Такође, из описане анализе дневног тока температуре, може се закључити да осматрања у утврђеним редовним терминима довољно добро репрезентују стварна дневна колебања температуре. Тако се добијени резултати из терминских осматрања могу сматрати поузданим. У прилог исправности оваквог разматрања иде и скоро исти однос дневних амплитуда за мање дубине у свим месецима. На већим дубинама, однос дневних амплитуда се мења, али се ту ради о малим колебањима температуре током дана које су реда величине тачности мерења, што је још један показатељ већег утицаја годишњег од дневног тока температуре на њену вредност на већим дубинама.

У поређењу са одговарајућим вредностима температуре ваздуха, уочава се да су температуре коловозне конструкције током целе године више и то на свим дубинама. Изузетак чине средње месечне температуре на 100cm дубине у јуну и јулу, што је од малог значаја за њихов однос са температуром ваздуха. Разлике у овим температурама је најмања у децембру и јануару, када је загревање подлоге најслабије, а температуре најниже. У то време, разлика у температури је скоро иста у свим дневним терминима. Највеће разлике јављају се у августу, када је загревање подлоге веома јако, али не и најјаче у току године, а температуре ваздуха остају и даље високе. Као што је већ напоменуто, разлике су тада најмање пар сати после изласка Сунца, а највеће у време најинтензивнијег загревања подлоге.

Екстремне вредности температуре коловозне конструкције

Апсолутни максимуми температуре коловозне конструкције забележени су на мањим дубинама у јулу, а апсолутни минимуми у јануару. На већим дубинама ове екстремне вредности касне око месец дана, тако да се апсолутни максимуми јављају у августу, а минимуми у фебруару. У датим подацима може се уочити једна мања аномалија: апсолутни минимум температуре на 50цм јавио се у децембру. Ова аномалија је последица дуготрајних мразева који су претходили појави овог минимума, а уочава се због релативно кратког низа година осматрања. Иначе, оваква расподела апсолутних екстрема потврђује тврдњу да је преовлађујући утицај дневних промена температуре заступљен на дубинама до 30цм, док.

Табела 3. Апсолутни максимуми, минимуми и амплитуде температуре коловозне конструкције и ваздуха (ЁЦ), Београд, 1991.-1996.

Apsolutni maksimumi (°C)						
	4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m
I	15,6	12,6	11,2	10,6	11,5	20,4
II	25,5	17,0	14,0	12,5	12,0	21,4
III	33,8	26,0	21,0	17,8	15,4	27,2
IV	41,2	32,6	27,2	23,4	17,8	28,6
V	47,8	36,6	34,4	30,2	22,0	34,9
VI	51,2	38,4	35,2	31,3	24,3	36,4
VII	52,8	41,4	38,0	32,8	26,4	39,6
VIII	51,5	41,2	37,6	33,6	26,8	38,9
IX	48,4	37,8	35,1	31,6	25,6	35,8
X	37;9	30,4	27,1	25,8	22,2	30,6
XI	23,0	19,4	17,6	17,2	16,6	26,1
XII	15,9	13,2	13,0	11,4	13,1	19,7
god.	52,8	41,4	38,0	33,6	26,8	39,6
Apsolutni minimumi (°C)						
	4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m
I	-7,9	-4,2	-2,6	1,0	6,2	-12,2
II	-6,8	-3,5	-1,1	1,1	5,8	-14,1
III	-5,0	-2,2	-0,4	1,8	7,1	-7,1
IV	2,6	5,4	7,0	8,6	10,2	-1,1
V	10,0	11,6	12,5	13,8	14,0	4,5
VI	15,0	16,8	17,8	17,1	14,7	9,3
VII	18,0	20,0	20,4	20,8	19,6	10,2
VIII	14,6	16,0	17,2	18,2	19,2	10,2
IX	9,7	11,2	15,4	15,3	16,5	4,7
X	2,6	1,6	7,2	9,0	13,0	-2,3
XI	-3,4	-0,4	1,0	3,0	8,0	-6,4
XII	-6,4	-3,0	-1,8	0,2	6,8	-11,8
god.	-7,9	-4,2	-2,6	0,2	5,8	-14,1
Amplitude						
	4cm	15cm	30cm	50cm	100cm	2m
I	23,5	16,8	13,8	9,6	5,3	32,6
II	32,3	20,5	15,1	11,4	6,2	35,5
III	38,8	28,2	21,4	16,0	8,3	34,3
IV	38,6	27,2	20,2	14,8	7,6	29,7
V	37,8	25,0	21,9	16,4	8,0	30,4
VI	36,2	21,6	17,4	14,2	9,6	27,1
VII	34,8	21,4	17,6	12,0	6,8	29,4
VIII	36,9	25,2	20,4	15,4	7,6	28,7
IX	38,7	26,6	19,7	16,3	9,1	31,1
X	35,3	28,8	19,9	16,8	9,2	32,9
XI	26,4	19,8	16,6	14,2	8,6	32,5
XII	22,3	16,2	14,8	11,2	6,3	31,5
god.	60,7	45,6	40,6	33,4	21,0	53,7

је на већим дубинама њихов утицај мањи од утицаја међудневних промена у годишњем току температуре.

Апсолутно колебање температуре неправилно опада са дубином. Тако је, на основу ових података, апсолутно колебање на 4cm дубине 60.7°C, да би на 50cm било скоро двоструко мање (33.4°C), а на 100cm троструко мање (21.0°C). Апсолутно колебање температуре ваздуха (53.7°C) је нешто мање у односу на дубину од 4cm, али је веће него на осталим дубинама. Апсолутни максимуми су на 4cm виши него апсолутни максимуми температуре ваздуха, осим у периоду фебруар-октобар. Тада је трајање сијања Сунца најмање, а апсолутни максимуми температуре на 4cm дубине су нижи од апсолутних максимума температуре ваздуха. Апсолутни минимуми температуре ваздуха су увек нижи од апсолутних минимума температуре коловозне конструкције.

Коловозна конструкција има веома мали садржај воде, али се ипак не сме занемарити проучавање дубине продирања нулте изотерме. Негативне температуре се могу јавити у најхладнијем делу године (период новембар-март) када су могући умерени мразеви. Оне се јављају углавном у слојевима мање дубине, где преовлађује утицај дневних промена температуре. У ређим случајевима, током дужих мразних периода, негативне температуре се јављају и на нешто већим дубинама. Највећа дубина на којој се јавља температура забележена је у децембру, скоро 50cm.

ЗАКЉУЧАК

Из добијених података можемо закључити да су температуре коловозне конструкције сразмерно више од температуре ваздуха. Иако се запажа сличност температура коловозне конструкције и земљишта, анализа упоредних мерења може дати одређен однос режима температуре ових подлога. Такође се може извести закључак да су температуре коловозне конструкције више од температуре земљишта. Веће амплитуде и самим тим већа променљивост температуре коловозне конструкције указује на мањи топлотни капацитет ове подлоге у односу на земљиште. Међутим, остаје да се установи тачан однос температурних режима ових подлога њиховим упоредним разматрањем.

ЛИТЕРАТУРА

Вујевић, Др. Павле - Метеорологија, Научна књига, Београд, 1948.
Ивановић, Драгољуб В. - Метеоролошка статистика, Хидрометеоролошка техничка школа, Београд, 1976.
Милосављевић, Др Марко - Климатологија, Научна књига, Београд, 1982.
Начин коришћења мултиелементне сонде (упутство за осматрача).

ИСТОРИЈСКЕ МАКСИМАЛНЕ ПАДАВИНЕ У БЕОГРАДУ И ЊИХОВ УРБАНИ АСПЕКТ

Др Мирослав Оцокољић, Географски институт САНУ,
Кнез-Михаилова 35, 11000 Беорад, Југославија

Abstract

In this work, the historical maximal daily precipitation–s are discussed. A period of 100 years of Belgrade observations of the maximal daily precipitation–s is analyzed. It is conclude that the historical daily precipitation–s are yet not appear in the instrumental period, and the range of 100 years of observations cannot be used for examination of probability daily maximal precipitation–s.

Айсшракш

У раду су ūроучене максималне дневне ūадавине у Беоīраду у ūериоду за ūоследњих 100 īодина са асūекша њихове меродавносши и ūримене у ūроцесу даље урбанизације īрада, имајући у виду хешероīену рељефну сшрукшуру ужеī īрадскоī ūодручја. Закључено је да се исшоријске максималне дневне ūадавине у Беоīраду нису ūојавиле у инсшрументалном ūериоду, ūа садашњи низ не може да буде меродаван за добијање ūоузданих вероваших максималних ūадавина, из чеīа следи закључак да је нужно корисшиши ūодашке са друīих сшаница из ближеī окружења.

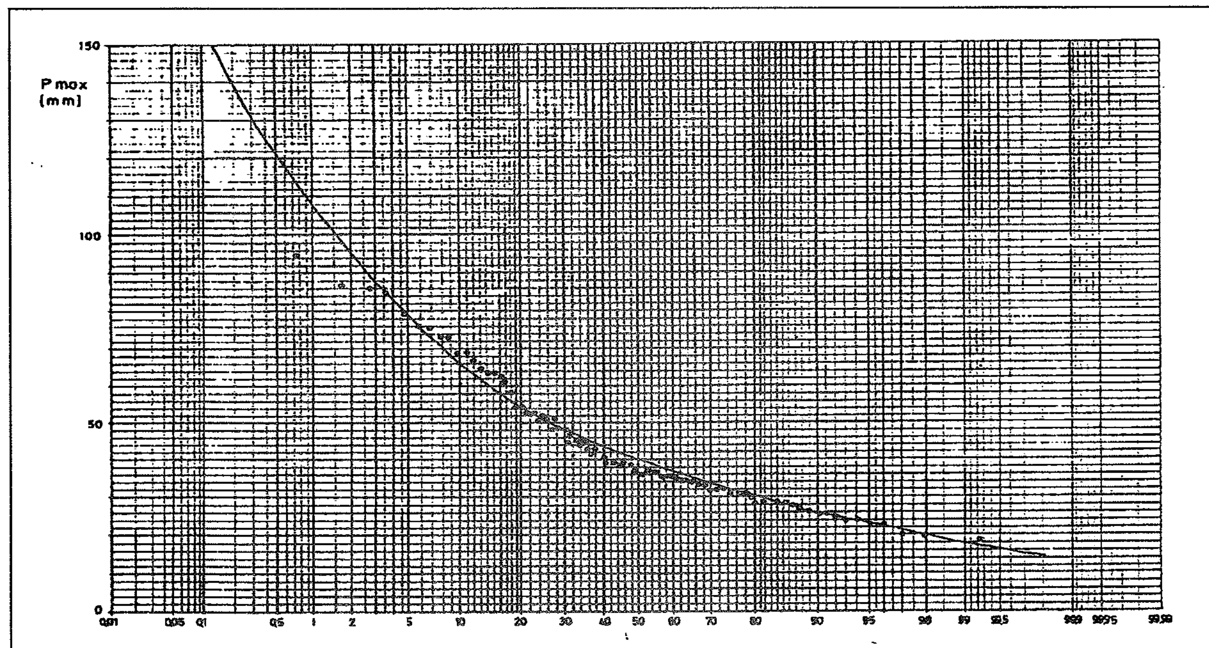
Увод

У изучавању плувиометријских режима, посебно место заузимају екстремне вредности које се испољавају у виду јаких киша чије су последице поплаве. По својој јачини и штетном дејству, јаки пљускови се убрајају у елементарне непогоде. Максималне падавине се најчешће везују за временску јединицу, сат или минут; међутим, изучавају се још дводневне и тродневне максималне падавине које узрокују поплаве ширих размера, а у оквиру тога, израчунавају се интензитети падавина, па се анализирају 5-минутне, 10-минутне, 20-минутне, 30-минутне пљусковите падавине. У нашем случају проучене су максималне дневне падавине трајања 24 часа које се у Београду мере од 1888. године. Највећа вредност од 94,0 мм осмотрена је 14.06.1994. и 92,4 мм, 15.07. 1890. године. За њима следе 1951. са 88,4 мм и 1926. са 87,5 мм. У 10 година су забележене максималне падавине веће од 70,0 мм, а у преко 20 година те вредности су биле ниже од 30,0 мм. Изразито велике дневне падавине су биле у првој половини овог века, тј. до 1950. године. У периоду 1951-1987, само су три године са максималним дневним падавинама већим од 70 мм, 1967. са 84,8 мм, 1985. (75,6 мм), 1971. (72,6 мм). Како су у последње две до три деценије релативно највеће, односно то је навлажнији период, произилази да се јаки пљускови чешће јављају у сушнијим периодима (већа загревања), па имајући у виду то, у наступајућем сушнијем периоду, после 1982. године, могли бисмо да очекујемо већи број дана са максималним вредностима изнад 80 или чак 100 мм.

Вероватноћа максималних дневних падавина

У изучавању режима падавина и решавању бројних водопривредних проблема, на пример код пројектовања отвора канализације, изградње насипа, одбране од поплава, увек се анализирају максималне падавине применом рачуна вероватноће. Ово се чини из разлога што су осмотрени низови кратки и њима се најчешће не налазе историјске максималне падавине или оне падавине које се ретко јављају, на пример, једном у 100 и више година. Коришћењем краћих низова и неке од метода статистичке прерасподеле, осмотрени подаци се екстраполирају до највеће вредности, па се утврђују 50-годишње, 100-годишње или 150-годишње падавине. Ово правило важи и за станице које имају дуге низове осматрања уколико се и на њима нису појавиле историјске

вредности. За случај Београда, вероватноћа падавина је обрађивана углавном у послератном периоду, где су поред дневних, обухваћене падавине за часове и минуте, обрадом интензитета, што се могло постићи захваљујући непрекидном регистровању падавина помоћу омбрографа после 1950. године. Коришћењем података о максималним дневним падавинама у 100-годишњем периоду (РХМЗ, 1989), урађена је вероватноћа дневних падавина, применом Log-Pearson III расподеле која је показала најбоље прилагођавање осмотреном материјалу. Статистичким прорачу-нима, добијене су средње максималне дневне падавине од 42,7 мм са природним вредностима коефицијента варијације од 0,40 и коефицијента асиметрије од Cs=1,14. Анализом киша јаког интензитета (Сл. 1)



Слика 1. Крива вероватноће максималних дневних падавина у Београду (Log Pearson расподела)

добијене су вероватне максималне дневне падавине за 2, 10, 50, 100 и 500 година (Табела 1).

вероватноћа	године	мм
0,5%	500	120
1%	100	107
2%	50	94
10%	10	65
50%	2	38

Табела 1. Вероватноћа максималних дневних падавина у Београду

Резултати показују да је досадашња највећа дневна сума од 94,0 мм приближно 50-годишња вредност (2%), међутим, 100-годишње и падавине ређе учесталости појава још се нису појавиле у Београду иако је прошло 100 година непрекидних осматрања и мерења. Не само што се нису појавиле кише ређе учесталости појава, него се још нису појавиле ни историјске максималне падавине, какав је случај са неким другим кишомерним станицама у Србији. Под појмом историјске максималне падавине подразумевамо знатно већу вредност од до сада појављених максималних падавина, обично је то 1,5, 2,0, 3,0 и више пута већа количина падавина. Ако је то у Београду 94,0 мм, онда би историјска била негде између 150 и 200 мм. Када би се она уврстила у рачун вероватноће, вероватне максималне падавине биле би веће него што су приказане у Табели 1. Произилази да вероватноће нису увек мерило стварних максималних падавина, већ само једна оријентација у заштити од штетног деловања атмосферских вода. Да је то тако, показују регионалне анализе осмотрених падавина у Србији. Када се упореде подаци м.с. Београд са другим падавинским станицама, резултати говоре да су максималне дневне количине у Београду доста ниске, на пример, дневни максимум је у Смедеревској Паланци 129,3 мм, Сењском Руднику 147,1 мм, Таору (Доњем) 187, 7 мм, Лајковцу 170,4 мм, Лазаревцу 173,6 мм, Сурчину 168,4 мм, или у Раковом Долу (слив Власине), када 1988. године била катастрофална поплава Власотинца од чак 220 мм (Табела 2).

Станица	мм
Смедеревска Паланка	129,3
Сењски Рудник	147,1
Гоч	141,0
Азања	130,9
Велика Крсна	136,5
Грошница	136,8
Крива Феја	129,5
Таор-доњи	187,2
Сурчин	168,4
Брежђе	136,1
Мратишић	145,5
Лајковац	170,4
Лазаревац	173,6
Раков Дол	220,0

Табела 2. Осмотрене највеће максималне дневне падавине у неким местима Србије

Имајући у виду да је република Србија једно хомогено географско подручје када су у питању појаве киша јаког интензитета проузроковaних од познатих облика кумулонимбуса, стационарног стања и великог вертикалног развоја, сигурно је да и у Београду треба очекивати јаке пљусковите кише чија би вредност могла да буде далеко већа од оних које су осмотрене или добијене по рачуну вероватноће (Табела 1). Стогодишње падавине су 107 мм, а петстогодишње 120 мм. Према томе, закључак би могао да следи: историјске максималне дневне падавине за последњих 100 година у Београду се нису појавиле; оне се могу очекивати у наредним периодима, а судећи по већ сада осмотреним вредностима у појединим местима Србије, сигурно је да би та количина могла да достигне бројку од преко 150 мм или чак 200 мм. Ово се свакако односи на уже подручје град где се налази м.с. Београд у којем је хетерогена рељефна конфигурација са урбанизованом средином којом су некада текли потоци и речице, па се рачуна да ће коефицијент отицања у таквим срединама бити јединица. Садашња изграђена кишна канализација је недовољна да прими ни 10-годишње јаке кише (65 мм), па није тешко закључити какве би град све последице доживео са појавом не само кише од 120 мм, него и 150 мм. Ова се научна чињеница мора имати у виду приликом доношења будућих планова развоја Београда са новим пројектима евакуације сувишних атмосферских вода, нарочито у нижим деловима града, поред Саве и Дунава.

Вероватноће максималних падавина у Сурчину

Метеоролошка станица Сурчин основана је 1967. године, на којој се, уз друге елементе, детаљно мере и осматрају и падавине. Од интереса је било упоредити податке ове станице са Београдом, с обзиром да је раздаљина између њих 30 км. У 30-годишњем периоду, највећа осмотрена дневна висина је 168,4 мм која се појавила 28.08.1985. године и за 2,05 пута је већа од претходне појављене максималне дневне количине од 82,0 мм (4.07.1987), а за 1,8 пута већа од исте максималне вредности у Београду (94,0 мм). И за м.с. Сурчин израчунате су вероватне максималне падавине применом Log Pearson III расподеле која је исто тако показала најбоље прилагођавање осмотреним подацима са вредностима Цв=0,61, Цс=2,07 и По=44,2. На овај начин добијена је стогодишња максимална висина дневних падавина од 210 мм, 50-годишња од 140 мм, 20-годишња од 95 мм и 10-годишња од 67,0 мм (Табела 3).

вероватноћа	1%	2%	5%	10%
Београд	107,0	94,0	80,0	65,0
Сурчин	210,0	140,0	95,0	67,0

Табела 3. Вероватноћа максималних дневних падавина у Београду и Сурчину (мм)

Види се да су вредности неупоредиво веће у Сурчину него у Београду у којем је обрађен 100-годишњи низ. Стогодишња максимална дневна падавина већа је за два пута у Сурчину него у Београду, а 50-годишња за 1,5 пут. Закључак би овде могао да следи да је, када су у питању екстреми падавина, исправније користити падавине м.с. Сурчин него Београда што важи и за многа друга места у Републици у којима се још нису појавиле историјске максималне падавине. Да би се званично потврдило о којим се срединама ради, нужно је сачинити регионалну студију појављених максималних дневних падавина у Србији која би, осим научне, имала и велику практичну примену. Уз то, када је реч о неповољном деловању атмосферских вода и њима проузрокованим поплавама, неопходно је проучити и ефекат рељефа који може да повећава ово неповољно дејство својом енергијом, какав је случај код Београда који је вододелницом која иде од Калемегдана, Булеваром Револуције, Црвеним Крстом и даље до Звездаре подељен на два дела, дунавски и савски, па ће најбржа концентрација великих вода бити у најнижим деловима, поред Саве и Дунава.

У погледу других истраживања интензитета јаких киша за краће периоде, на пример, за часове и минуте, постоји више расправа које разматрају ову научну проблематику. Аутори Зеленхасић Е. и Бугариновић Н. (1979) проучили су вероватне максималне кише за

Београд за период 1951-1977. Издвојене су падавине за временске јединице од 10 до 50 минута, 1, 2, 6 и 24 часа, као и дводневне и тродневне падавине. Када се једнодневне падавине упореде са раније одређеним за Београд, добијају се мале разлике; у првом случају падавине су 113 мм, а у другом 107 мм. Према подацима за Неготин, 100-годишње једнодневне падавине су 180 мм, а за Београд, као што је речено, само 107 мм. И овом приликом треба истаћи да су и Београд и Неготин у једном истом плувиометријском режиму, па се и овде потврђује правило да се историјске максималне падавине у инструменталном периоду у Београду нису појавиле. Може се још истаћи да оне у Београду буду веће него у другим местима јер је у питању велико урбано подручје са јаким загревањем, па су услови веома повољни за развој облака великог вертикалног развоја.

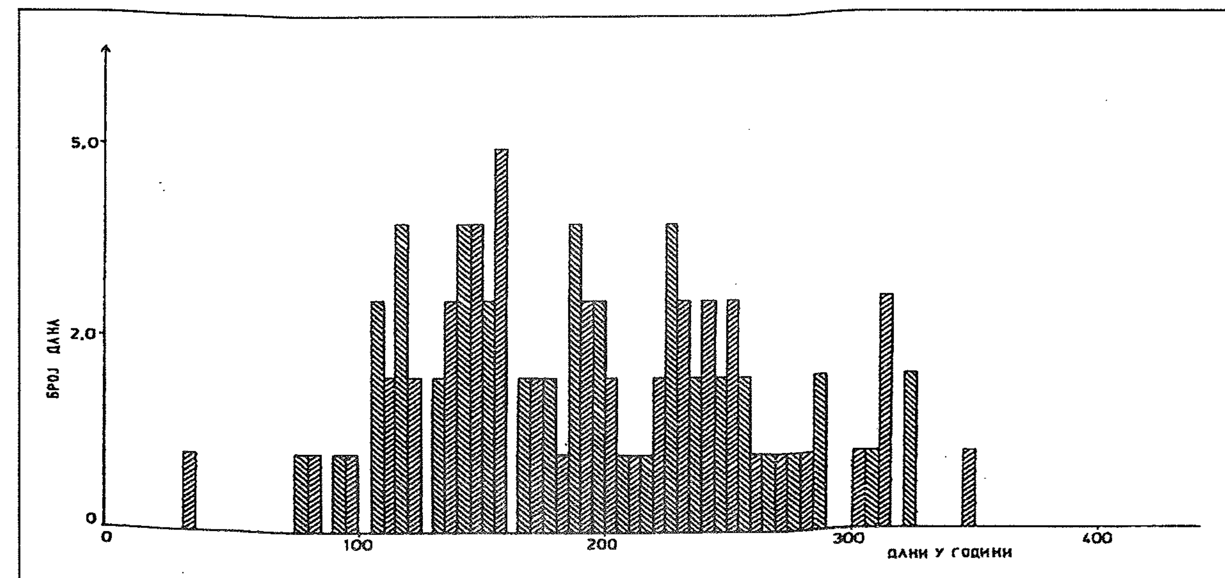
Најчешћи датуми појаве максималних падавина

Осим проучавања режима падавина, пре свега њихове количине и распореда, у климатологији се проучавају и датуми појаве јаких киша. Познато је да је њихово штетно деловање највеће у вегетационом периоду, када се пољопривреди наносе највеће штете. Јаке кише могу да захвате један шири регион, па је осим просторног распореда, значајно проучити и у којем се делу године оне јављају. На овај начин се могу давати упозорења о појави поплава када треба спасавати људство и имовину. Кише јаког интензитета, осим за кумулонимбусе локалног развоја, могу да се појаве и уз фронталне кише, при чему неке путање циклона у томе имају посебан значај. Користећи датуме појаве максималних дневних падавина, урађена је статистика појављивања по месецима и пентадама за проучавани период, па се за београдско подручје може рећи да се дневни максимуми најчешће јављају у пролеће и лето, из чега произилази да су пљусковитог карактера (Табела 4).

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Број дана	0	1	2	11	16	14	13	14	12	5	6	1

Табела 4. Најчешћи датуми појављивања максималних дневних падавина у Београду

Ретко се појаве у зиму, свега два случаја, док је пролећни месец мај са највише појава (16), затим су то јуни и август са по 14 дана, септембар са 12, април са 11. Изузетно максималне падавине, њих преко 10 по величини (од 70-92 мм) осмотрене су: 15.VII, 22.IV, 5. VI, 10.VIII, 21.V, 30.IV, 4. IX, 12.IX, 3.VI, 31.VII. Осим за месеце, време појављивања екстремних падавина посматрана је и по пентадама којих је било укупно 73 у години. Овим прилазом долазимо до прецизнијих података о датумима појаве изузетно јаких киша, што је са аспекта давања прогноза и упозорења веома битно.



Слика 2. Датуми појављивања максималних дневних падавина у Београду - Врачар за пентоде у периоду 1889-1986.год

Према резултатима са Скице 2, највећи број дана са максималним дневним падавинама је у 32 пентади године (156-160 дани), или од 5.VI-9.VI, затим су то пентаде од 141-145 дана, 146-

150, 186-190, 226-230 дана у години. Према подацима са исте скице, постоји одређено груписање тачака током године, најчешће између 120-160 дана у години, затим између 180-200 дана и од 220-250-ог дана (19.VII-23.VII) само по један случај, док је у јесен то период од 260-280-ог дана, такође са по једном појавом. Чешће максималне падавине се кош јављају између 106-110 дана, 136-140, 151-155, 191-195-ог дана.

Општи закључак

Београд као велико урбано подручје, посебно његово уже градско језгро, изложено је дејству многих елементарних непогода, међу којима јаке пљусковите кише заузимају посебно место. Њихово штетно деловање поспешено је рељефом града кога чине две основне целине: алувијалне равни поред Дунава и Саве просечне висине од 75-80 м и шумадијско побрђе са издуженим косама, повијама, брдима и брежуљцима, просечне висине око 200 м. Анализим киша јаког интензитета на ужем подручју града дошло се до закључка да се историјске максималне дневне падавине нису појавиле у инструменталном периоду, осмотрене вредности су доста ниже у односу на падавине других места у околини или Републици Србији. Стога није тешко закључити какве би град доживео штете појавом једне јаке кише од, на пример, 150 или чак 200 мм. Ова се научна чињеница мора да има у виду приликом доношења будућих планова развоја Београда са новим пројектима евакуације сувишних атмосферских вода, нарочито у нижим деловима града, поред Саве и Дунава.

Литература:

Ракичевић, Т. (1983): ***Секуларне промене климе Београда,*** Гласник СГД, св. LXIII/2, Београд;
РХМЗ (1989): ***Резултати осматрања метеоролошке опсерваторије у Београду у периоду 1887-1986,*** Београд;
Зеленхасић, Е., Бугариновић, Н. (1979): ***Учесталост висина падавина у Србији,*** Водопривреда, бр. 62, Београд;
СХМЗ (1985): ***Метеоролошки годишњаци у периоду 1951-1985,*** Београд.

ИЗОКЕРАУНИЧКИ НИВО НА ТЕРИТОРИЈИ СР ЈУГОСЛАВИЈЕ - ОД ОСМАТРАЊА ДО СТАНДАРДА -

Тихомир Поповић, дипл.мет; Оливера Јовановић, дипл.мет
Савезни хидрометеоролошки завод , Београд

Abstract

It is necessary to know the characteristics of lightning, which proved to be a dangerous meteorological event, for the purpose of its protection dimensioning. Beside a short review of the convective clouds electrization factors which might result in discharge process, the paper presents quantitative characteristics of atmospheric electrical discharge as a result of continual functioning of meteorological network in FRY..These data have been used for preparation of JUS N.B4.803 - Map of isoceraunic level for FRY standard. This paper also contains some results of instrumental detection of lightning in the territory of the Republic of Serbia.

Абстракт

За потребе пројектовања и реализације заштите од атмосферских електричних пражњења, која представљају опасну метеоролошку појаву, неопходно је познавање њихових карактеристика. У раду се, поред кратког осврта на чиниоце електризације конвективних облака који за резултат могу да имају процес пражњења, наводе квантитативне карактеристике атмосферских електричних пражњења као резултат континуираног функционисања мреже метеоролошких станица у СР Југославији. Ови подаци су употребљени за израду стандарда JUS N.B4.803 - Изокерауничка карта Савезне Републике Југославије. Рад садржи и неке резултате инструменталних осматрања ове појаве на подручју Републике Србије.

Увод

Скоро да ни једна природна појава својом импозантношћу не изазива већу пажњу, па и страх човека, од муње. Последице појаве муња, разарања, пожари и људске жртве, наметнуле су потребу за проналажењем неког вида заштите. За савремено друштво је коришћење електричних и електронских уређаја, осетљивих на дејство муње, нормална свакодневна појава. У многим технолошким процесима су присутне материје екстремно осетљиве на дејство муња. Није мали број других објеката, различите намене, које треба обезбедити од евентуалног дејства ове природне појаве. За реализацију савремене заштите од муње неопходно је познавање квантитативних и квалитативних карактеристика појаве (IEC, 1993.). Метеоролошка делатност је усмерена на праћење и изучавање квантитативних карактеристика. Део резултата систематских метеоролошких мерења и осматрања у мрежи метеоролошких станица СР Југославије омогућио је израду стандарда JUS N.B4.803 за потребе одређивања нивоа заштите од атмосферских електричних пражњења.

Наелектрисање конвективних облака

Процес наелектрисања конвективних облака везан је за поједине хидрометеоре - водене капљице, ледене кристале, велике кишне капи, снежне пахуље, крупу, зрна града и прехлађене водене капљице. Интеракција хидрометеора услед интензивних вертикалних ваздушних

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

струјања, силе теже и електричног поља доводи до раздвајања наелектрисања у облаку и формирања области са преовлађујућим наелектрисањем једног или другог знака (Mason B.J., 1971.) . Процес раздвајања наелектрисања успорава турбуленција и електрична проводљивост облака.

Информације о наелектрисању конвективних облака, нарочито Cu cong, Cb, добијају се мерењима електричног поља са тла, авионским мерењима, и сондирањима облака. Реализација оваквих мерења и њихова анализа су сложен задатак јер је грмљавински облак веома динамичан систем, нарочито у стадијуму зрелости. Међутим, установљено је да већина добро развијених Cb-а имају биполарну, или сложенију структуру расподеле наелектрисања. У горњим деловима зрелог грмљавинског облака преовлађује позитивно наелектрисање а у нижим деловима негативно. Испод области са преовлађујућим негативним наелектрисањем може се налазити мања област са преовлађујућим позитивним наелектрисањем. Облак са оваквим распоредом наелектрисања назива се позитивно поларизован. У ретким случајевима осмотрени су и негативно поларизовани облаци.

Муња

Атмосферско електрично пражњење, у виду џиновске варнице, између: облака вертикалног развоја и подлоге, делова облака који су различито наелектрисани, или између два облака назива се муња. Процес се одвија у три етапе: лидерна, главна и финална (Никандров В., 1981.). Пражњење је обично иницирано унутар грмљавинског облака и постаје видљиво када се бледи, негативно наелектрисани канал, степеничасти лидер појави из базе облака. Током лидерне фазе, чије је трајање реда милисекунде, настаје пробој растојања између облака и земље, као резултат постепеног продужавања проводног високотемпературног канала лидера. Напредовање лидера према тлу одвија се дисконтинуирано, корацима од 50 до 100 м за време од једне микросекунде, после чега настаје пауза од око 50 микросекунди. Лидер савладава растојање до земље у десетини милисекунде, што зависи од кривудавости стазе којом се креће. Када стигне до тла лидер има око 5 C негативног наелектрисања на себи и носи веома јак електрични потенцијал у односу на земљу од око - 10^8 V. Када лидер дотакне површину земље, почиње главни стадијум муње. Наелектрисање лидера се неутралише и почиње повратни лидер, који се види као интензиван бљесак светлости. Нагло ширење канала муње изазива јак звучни талас - гром.

По правцу савлађивања растојања између облака и тла или објеката на тлу разликујемо силазне и узлазне муње, а по знаку наелектрисања које носи позитивне или негативне муње. Најчешће су силазне негативне муње.

При пролазу наелектрисања кроз канал муње долази до стварања промена у електричном и магнетном пољу које се радијално шире из свих сегмената канала укљученог у струјни ток. Промена поља имају електростатичку, индуктивну и радијациону компоненту. Свака компонента има флуктуације различитих фреквенција. Промене поља су функције радијалне удаљености од канала муње. Детаљна структура електричног и магнетног поља у првих неколико микросекунди, услед повратног удара, је од суштинског значаја у инструменталној детекцији муња.

За проблематику заштите од атмосферских пренапона најинтересантнија су пражњења између облака и земље, односно објеката на њој, која се називају пражњењима типа облак-земља.

Осматрање атмосферских електричних пражњења (АЕП) у мрежи метеоролошких станица СР Југославије

Различити програми метеоролошких мерења и осматрања на територији Савезне Републике Југославије спроводе се на преко 700 метеоролошких станица. Скуп станица које реализују исти програм мерења чини мрежу станица, па тако говоримо о мрежи падавинских, климатолошких и главних (синоптичких) станица. Појава атмосферских електричних пражњења, са различитом поузданошћу, се осматра у свим мрежама метеоролошких станица.

Квантитативне карактеристике АЕП на основу визуелних осматрања

Из резултата визуелних метеоролошких осматрања могу се добити информације о броју дана са грмљавином и трајању грмљавине.

Број дана са грмљавином

Број дана са грмљавином у току месеца, топлије половине године (април-септембар) и године су најједноставнија информација о грмљавинским активностима. Основни недостаци су јој што ништа не казује о трајању и интензитету појаве. Међутим она има и предности. Због своје једноставности она је расположива за скоро сва копнена подручја. Познавајући везу између броја дана са грмљавином и густине пражњења, могу се извести процене густине пражњења за географски најразличитија подручја.

Број дана са грмљавином се добија сабирањем свих дана када је осмотрена грмљавина. Информације о визуелно осмотреним грмљавинама се могу добити из резултата осматрања главних и климатолошких станица. Узимајући у обзир површину СРЈ и број климатолошких станица, просечно растојање са које се може добити оваква информација је око 30 км. Просечно растојање са кога се може добити информација по подацима ГМС-а је око 55 км. При томе треба имати у виду да мрежа метеоролошких станица нема геометријски правилан распоред.

Трајање грмљавине

Информације о трајању грмљавине се могу добити само по подацима осматрања главних метеоролошких станица (СХМЗ,1974). Осматрање грмљавине подразумева одређивање: појаве (грмљење, грмљавина у даљини и севање), интензитета, времена јављања (почетка и завршетка), времена када је појава била најближа осматрачу, правца кретања, при чему се тражи и информација да ли је појава прешла преко осматрача (станице).

Из резултата оваквих осматрања може се добити трајање грмљавинске активности за поједине месеце или годину. Трајање грмљавинске активности, у континенталном делу СРЈ, у току године је око 40 сати, а у екстремним случајевима може износити и преко 100 сати.

Квантитативне карактеристике АЕП на основу инструменталних осматрања

Под инструменталним осматрањима појаве ат. ел. пражњења подразумевају се осматрања инструментима, уређајима и системима за детекцију и одређивање густине пражњења, првенствено типа облак-земља. Она се врше бројачима ат. ел. пражњења, метеоролошким радарима и савременим системима за детекцију муња као што су LLP. LPATS, SAFIR, TOA, (WMO, 1993.) .

Главна одлика оваквих система је лоцирање подручја на коме се налази грмљавинска активност и добијање информација, у реалном времену, о броју пражњења према земљи. На нашем подручју, за сада, нема оваквих система у употреби.

Употреба метеоролошких радара као уређаја за инструментално осматрање ат. ел. пражњења заснива се на вези радарских карактеристика облака вертикалног развоја (висине облака, висине зоне акумулације, logZ и др.) и емпиријске вероватноће појаве грмљавине (Максимовић С., 1973.).

Бројачи атмосферских електричних пражњења

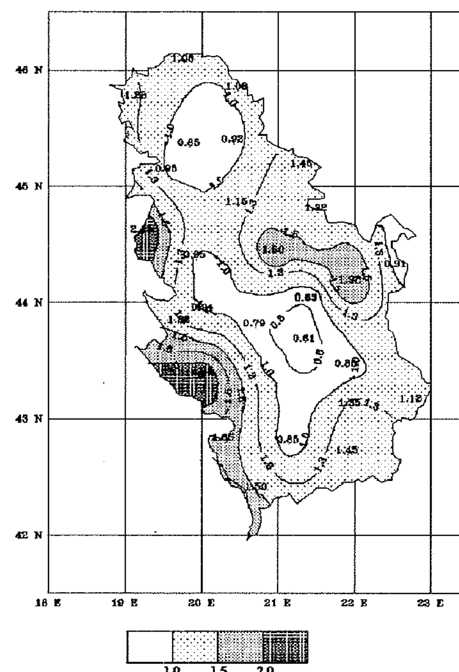
Када се говори о инструменталном осматрању ат. ел. пражњења на нашем подручју, обично се мисли на резултате добијене бројачима ат. ел. пражњења (Плазинић С., 1985.).

Бројачи атмосферских електричних пражњења представљају, по начину функционисања, модификовани радио пријемник. Састоје се од улазно-антенског дела, филтера и механизма за регистрацију.

При употреби било ког типа бројача битно је познавање два параметра: ефективног полупречника пријема и степена раздвајања. R_{ef} је полупречник круга, у чијем центру је инсталиран бројач, унутар кога је број регистрованих импулса једнак броју пражњења. Задаје се конструкцијом филтера а проверава се из расподеле регистрованих импулса по растојањима од бројача (Поповић Т., 1983.). Степен раздвајања показује који део од укупно регис-

трованих импулса потиче од пражњења типа облак-земља.

Са оваквим осматрањима у ГМС РХМЗ Републике Србије започето је 1968. године (Поповић Т., 1980.). Почетком осамдесетих јављају се први покушаји иновирања постојећих инструмената. Након израде прототипова, детаљног праћења током сезоне 1986. год, прва серија од 10 бројача типа 10 kHz, у домаћој варијанти названа ГРОМ инсталирана је током 1987. год. тако да се од 1988. осматрања врше и овим бројачима.



Слика 1. Прорачунате вредности Ng на подручју Србије за 1990. годину

Због различитог третмана ових осматрања у Покрајинским хидрометеоролошким заводима (док су они постојали), данас се располаже континуираним низовима обрађених инструменталних осматрања, за период 1968 - 1990., само за подручје тзв. уже Србије. У целом периоду, 1968 - 1990. главни корисник информација добијених инструменталним осматрањима атмо-сферских електричних пражњења био је "Електроисток" - Београд, тачније погони преноса електричне енергије ове организације. "Електроисток" је сносио и део трошкова вршења осматрања и обраде инструменталних осматрања ат. ел. пражњења у мрежи ГМС РХМЗ Републике Србије, а комплетно је финансирао развој, израду и увођење новог бројача, ГРОМ 10 kHz (Поповић Т., 1991.).

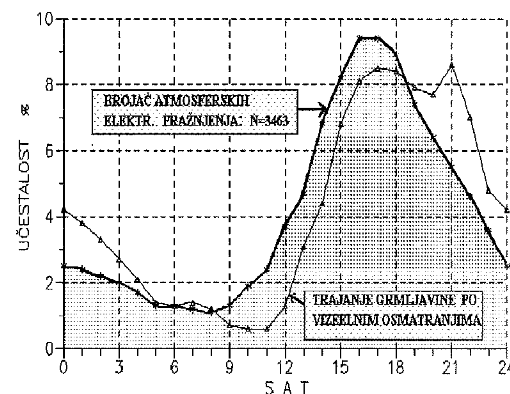
Као пример, на слици 2. дата је расподела прорачунатих вредности Ng на подручју Републике Србије током 1990. године (РХМЗ РС, 1991) .

Када се располаже вишегодишњим резултатима инструменталних и визуелних осматрања може се одредити њихова функционална веза.

Расположиви подаци чине солидну основу за реализацију једног таквог пројекта. Нажалост овакви подаци нису расположиви за цело подручје СР Југославије.

Од резултата добијених обрадом вишегодишњих инструменталних и визуелних осматрања наводи се приказ дневног хода грмљавинске активности на МО Београд (Поповић Т., Боројевић М., 1987.) у периоду 1971-1985. година., сл. 2.

Инструментална осматрања показују најмању вероватноћу појаве грмљавине у периоду од 5 до 8 сати, а највећу у периоду 15 - 17 сати.



Слика 2. Дневни ход грмљавинске активности у Београду, период 1971-1985.

Јаке грмљавине, преко 100 регистрованих импулса у једном сату, се најређе јављају у периоду од 7 до 10 сати. Најинтензивније грмљавине се најчешће јављају у интервалу од 14 до 18 сати.

Изокерауничка карта СР Југославије

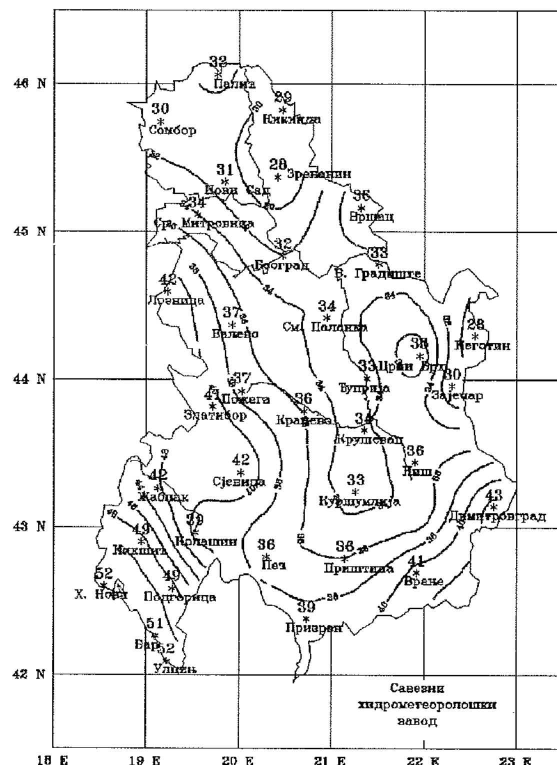
Стандард је, према JUS ISO IEC Упутству, "документ установљен концензусом и потврђен од признате организације у којем се за општу и вишеструку примену утврђују правила, смернице или карактеристике за активности или њихове резултате у циљу остваривања оптималног степена реда у погледу датог контекста" (Танасковић В., 1995). У нашој пракси број стандарда, који третирају метеоролошке параметре, није адекватан потребама и интересовању за познавањем метеоролошких оптерећења, а још је ређи случај да су у припреми стандарда биле укључене надлежне институције. Пример који се овде наводи може се сматрати позитивном променом.

Просечан број дана са грмљавином у току године, у инжењерској пракси најчешће називан изокераунички ниво, је по захтеву Савезног завода за стандардизацију, обрадио Савезни хидрометеоролошки завод (Поповић Т., Јовановић О., 1995). Обрадом су обухваћени подаци са територије СР Југославије у периоду 1951-1980. година. Картографски приказ територијалне расподеле овог параметра , сл.3 , назива се "Изокерауничка карта Савезне Републике Југославије". Она има ознаку JUS N.B4.803 и представља стандард са обавезном применом.

На основу датих вредности просечног број дана са грмљавином у току године (Td) и израза

$$Ng = 0.04\, Td^{1.25} ,$$

датог у JUS N.B4.801 се прорачунава вредност просечаног броја пражњења типа облак-земља у току године по 1км^2 (Ng) за потребе реализације заштите од атмосферских електричних прежњења.



Слика 3. Изокерауничка карта СР Југославије, период 1951-1980.

ЛИТЕРАТУРА

Mason B. J., 1971.; The Physics of Clouds, OUP, pp. 520-557

СХМЗ, 1974; Упуство за осматрања и мерења на Главним метеоролошким станицама, Београд

Максимовић С., 1973; Коришћење радарских осматрања у анализи и прогнози времена; РХМЗ СР Србије , Београд

Поповић Т., 1980.; Прилог проучавању атмосферских електричних пражњења над територијом СР Србије, РХМЗ СР Србије, Београд

Никандров В., 1981.; Метеорологическиј аспект електризации конвективного облака, Гидрометеоиздат, стр.35

Поповић Т., 1983.; Прорачун броја атмосферских електричних пражњења типа облак-земља, САРЕН, РХМЗ СР Србије, Београд

Плазинић С., 1985.; Техничка мете-орологија, Научна књига, Београд, стр. 287-291.

Поповић Т., Гаврић М., 1987; Бројач атмосферских електричних пражњења са вертикалном антеном; XVIII Саветовање електроенергетичара Југославије, Р 22.15; Будва

Поповић Т. , Боројевић М.1987; Неке карактеристике атмосферских елек-тричних пражњења у Београду; Зборник метеоролошких и хидролошких радова Бр. 14, СХМЗ, Београд

Поповић Т., 1991; :Увођење бројача атмосферских електричних пражњења типа 10 kHz у мрежу ГМС РХМЗ Републике Србије; Друго Југословенско саветовање о противградној заштити, Маврово

РХМЗ РС, 1991.; Атмосферска ел-ектрична пражњења на територији Републике Србије у току 1990. године (обрађивач Т. Поповић), Београд

WMO, 1993; Overview of Real-time Lightning Detection Systems for use by Meteorological Services, WMO/TD No 570, Geneve

IEC, 1993.; Lightning protection, Geneve

Танасковић В., 1995: Основни принципи стандардизације у остваривању заштите од атмосферских пражњења; Технички факултет Чачак, Савезни завод за стандардизацију, Факултет заштите на раду у Нишу, Институт безбедности "1 Мај" : Зборник реферата са семинара Заштита од атмосферских пражњења у новој југос-ловенској регулативи, Књига II, стр. 1 - 5 ; Технички факултет Чачак , Чачак

Поповић Т., Јовановић О., 1995: Квантитативне карактеристике атмосфе-рских електричних пражњења на подру-чју СР Југославије; Технички факултет Чачак, Савезни завод за стандардизацију, Факултет заштите на раду у Нишу, Институт безбедности "1 Мај": Зборник реферата са семинара Заштита од атмосферских пр-ажњења у новој југословенској регула-тиви, Књига II, стр. 27 - 49 ; Технички факултет Чачак , Чачак

ОЦЕНА МОГУЋНОСТИ КОРИШЋЕЊА ЕНЕРГИЈЕ СУНЦА И ВЕТРА НА ТЕРИТОРИЈИ СР ЈУГОСЛАВИЈЕ

Оливера Јовановић, дипл. мет.
Тихомир Поповић, дипл. мет.
Даница Спасова, дипл.мет.
Савезни хидрометеоролошки завод, Бирчанинова 6
Београд, Југославија

Abstract

This paper analyzes the possibilities of Sun and wind energy use on the territory of FR Yugoslavia. The values of mean wind speed at 50m altitude and average calm frequency have been processed with the aim of assessing the possibility for wind energy use. Wind data analysis implies that there are some regions in FRY which offer the possibility for wind energy use. The values of mean sunshine duration and global radiation have been processed for Sun the possibility of Sun energy use assessment. Sunshine duration data analysis points at considerable possibilities for Sun energy use on the territory of FR Yugoslavia.

Абстракт

У овом раду, анализиране су могућности коришћења енергетског потенцијала Сунца и ветра на подручју СР Југославије. За оцену могућности коришћења енергетског потенцијала ветра обрађене су вредности средњих брзина ветра на 50m надморске висине и просечна учесталост тишина. Анализа података о ветру указује да на подручју СРЈ постоје области које пружају могућности за коришћење енергетског потенцијала ветра. За оцену могућности коришћења енергетског потенцијала Сунца обрађене су вредности средњег трајања сијања Сунца и глобалног зрачења. Анализа података о трајању сијања Сунца указује да на подручју СРЈ постоје значајне могућности за коришћење енергетског потенцијала Сунца.

Увод

Обновљиви енергетски потенцијали Сунца и ветра, уз савремену технологију, представљају еколошки чист и економски исплатив извор енергије.

У овом раду анализиране су могућности коришћења енергетског потенцијала Сунца и ветра на територији СР Југославије. Оцена енергетског потенцијала Сунца и ветра је дата као климатска карактеристика подручја.

Циљ рада је био да се на основу анализе климатских резултата укаже на потребе даљег ангажовања у овој веома значајној области.

Подаци

У овом раду обрађени су двадесето-годишњи низови података осматрања ветра за период 1951-1970 са 34 станице и тридесетогодишњи низови осматрања трајања сијања Сунца за период 1951-1980 са 36 станица на подручју СР Југославије.

Ветар

Стандардна висина, на којој се налази пријемни део инструмената за мерење брзине ветра, је 10м изнад тла. Да би се добиле вредности брзине ветра на већим висинама врши се одговарајућа екстраполација. У конкретном случају екстраполација је извршена на висину 50м изнад тла.
Висина од 50м изнад тла је изабрана као најчешћа висина на којој се постављају пријемни делови ветрогенератора (WMO TN. No.

575). При обради и анализи коришћена је степена зависност следећег облика:

$$V_{50} = V_{10} * \left(\frac{h}{h_0}\right)^a$$

gde su:

- V_{10} • *измерена брзина ветра на 10 m,*
- V_{50} • *прорачуната брзина ветра на 50 m,*
- h • *висина 50 m,*
- h_0 • *висна пријемног дела анемографа,*
- a • *коефицијент храпавости* (условљен топографијом околине).

По обрађеним подацима, просечне годишње брзине ветра на висини 10м изнад тла крећу се од 1.7 m/s u U`icu do 4.3 m/c у Жагубици. ***Средње вредности брзине ветра израчунате су без учешћа тишина.***

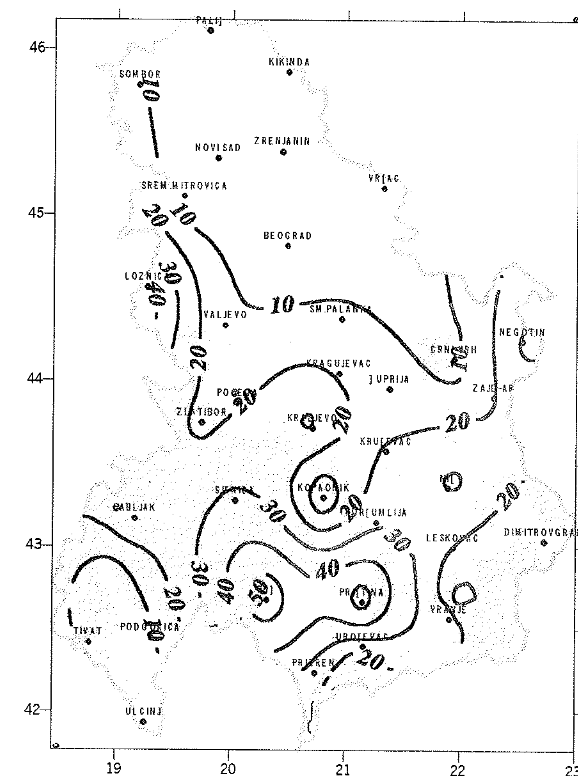
Коефицијент храпавости, односно локални топографски утицај, при екстраполацији брзине ветра на 50м изнад тла утиче знатно на промену брзине ветра са висином. Прорачуната брзина на 50m изнад тла има вредности веће од 5m/s, по обрађеним подацима, у Жагубици, Вршцу, Подгорици, Херцег Новом и Димитровграду. Средње годишње брзине ветра веће од 4m/s, по обрађеним подацима, забележене су у Неготину, на Златибору, у Зрењанину, Новом Саду, Врању, Приштини, Краљеву, а потом у Кикинди, Београду, Смедеревској Паланци, Сјеници, Зајечару и Великом Градишту, Бару, Никшићу, Пљевљима и Улцињу.

Учесталост тишина, односно временских ситуација када је брзина ветра мања од 0.5m/s, обрађена је за исти двадесетогодишњи период 1951-1970. Територијална расподела просечне учесталости тишина (у процентима) приказана је на слици 1. На слици 1. извучене су еквидистантне изолиније на 10%, у интервалу од 10 до 30 %. Вредности на основу којих је извршена анализа уписане су испод сваке коришћене метеоролошке станице, великим бројевима.

Карта територијалне расподеле тишина урађена је као пратећа информација, за анализу средње годишње брзине vetra. Израчунавање средњих годишњих брзина без учешћа тишина, даје информацију о самој брзини ветра, када је ветар регистрован. Приказ просечне учесталости тишина, даје слику временских стања без ветра. При анализи података и доношењу одлука о избору локације за коришћење енергетског потенцијала ветра треба користити оба податка.

Локални топографски услови се не могу детаљно представити на карти, тако да на слици 1. нису дати подаци за Жагубицу, где је изражен утицај котлине, проценат тишина 51%. Доношење одлука о евентуалној експлоатацији енергетског потенцијала ветра на овој локацији, само на основу вредности средње годишње брзине ветра од 6.4 m/s, било би погрешно.

Мањи број тишина регистрован у Вршцу даје овом подручју значајну предност у погледу могућности коришћења енергетског потенцијала ветра у односу на Жагубицу. Повољан број тишина (мање од 10%), по обрађеним подацима, има: подручје Војводине, Браничева и приморја са залеђем.



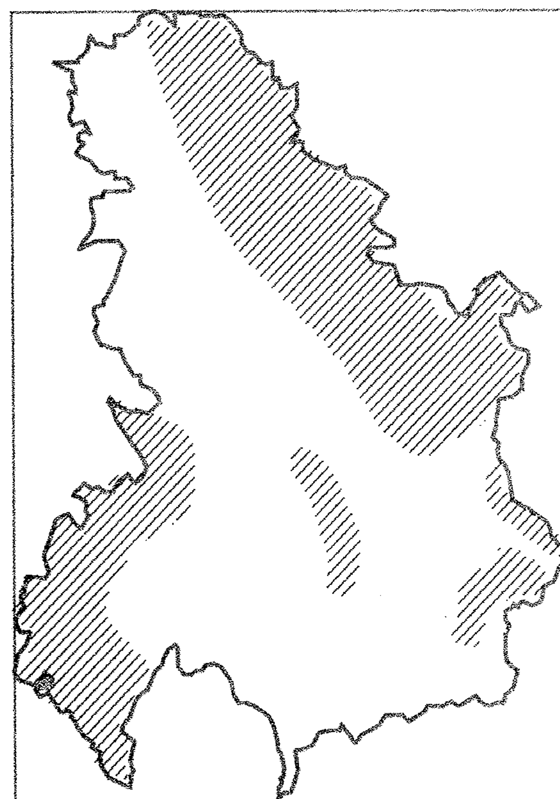
Слика 1. Просечан проценат тишина (дана без ветра) на територији СР Југославије, период 1951-1980.

Оцена могућности коришћења енергетског потенцијала ветра

Према напред наведеној прелиминарној анализи података о просечним брзинама ветра на висини од 50м изнад тла и просечној учесталости тишина, на територији СР Југославије издвајају се следећа подручја на којима би постојала могућност коришћења енергетског потенцијала ветра:

- *шира област кошавског подручја*
- *подручје планина југозападно од Димитровграда*
- *подручје Старе планине*
- *источна страна Копаоника*
- *подручје Златибора и Пештера*
- *западни делови Црне Горе*
- *Приморје са залеђем*
- *локалитети планинских превоја на надморским висинама изнад 800м*

Шематски приказ подручја на територији СР Југославије, на којима, према општим показатељима постоје могућности коришћења енергетског потенцијала ветра дат је на слици .



Слика 2. Шематски приказ подручја на територији СР Југославије, на којима, према општим показатељима постоје могућности коришћења енергетског потенцијала ветра

Трајање сијања Сунца

Трајање сијања Сунца је дужина периода у току кога интензитет директног Сунчевог зрачења прелази одређени праг, а предмети обасјани Сунчевом светлошћу бацају оштре сенке. По препоруци Светске метеоролошке организације, минимална вредност интензитета директног Сунчевог зрачења, при ведром времену, када почиње регистровање трајања сијања Сунца износи 120 W/m^2.

Инструмент за бележење трајања сијања Сунца зове се хелиограф.

У метеоролошкој служби СР Југославије су у употреби хелиографи са стакленом лоптом, по Кембел - Стоксу, и то два типа: обичан и универзални. Основни део код оба хелиографа је масивна стаклена лопта, која скупља у жижу Сунчеве зраке, тако да прогоревају картонску траку постављену иза сатклене лопте. При кретању Сунца у току дана, на картонској траци подељеној на часове остаје траг од прогоревања. Хелиографке траке су од картона доброг квалитета, обојене црном бојом ради бољег упијања топлоте. Уздужно, средином траке налази се бела линија, а попречно, поделе на сате и делове пуног сата што омогућује прецизније одређивање трајања сијања Сунца.

Регистровање трајања сијања Сунца врши се, по Правилнику о утврђивању мрежа и програма рада метеоролошких станица од интереса за целу земљу, на свим Главним климатолошким станицама.

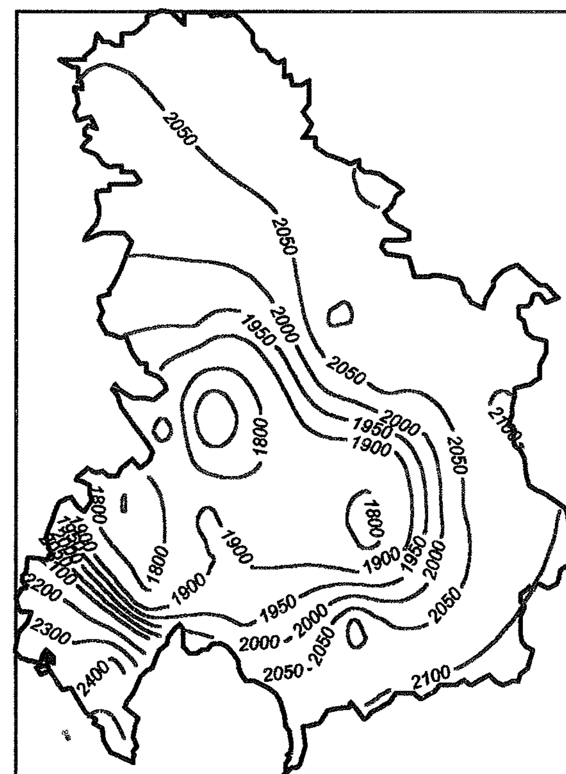
Тако добијени подаци, уз одговарајуће контроле и обраде, могу послужити не само за добијање информација о вредностима и облику територијалне расподеле трајања сијања Сунца на подручју СР Југославије већ и за добијање информација о другим параметрима Сунчеве радијације.

Варијација годишње суме трајања сијања Сунца по станицама је од 5 до 9%. Генерално, годишње суме трајања сијања Сунца расту у правцу север - југ, уз напомену да су за годишњу суму веома значајани локални утицаји, експозиција терена - присуство сенки виших планина и појаве магле, итд.

Анализа екстремних вредности трајања сијања Сунца, посматрано за целу земљу, показује да је распон осмотрених вредности прко 1000 сати годишње: од минималних 1555.1 сати забележених 1989. год. у Крушевацу до максималних 2714.9 сати, забележених 1977. год. у Подгорици.

Најмању просечну годишњу вредност трајања сијања Сунца има Пожега 1566.1 сат (котлина са честом појавом магле), а највећу Улцињ 2557.8 сати (географски југ, са повољном експозицијом околног терена).

Територијална расподела годишње суме трајања сијања Сунца, Шу сатимаЋ дата је на слици 3. Изолинијама на 50 сати у интервалу од 1900 до 2100 сати приказано је просечно годишње трајање сијања Сунца на већем делу територије СР Југославије. Локалитети Куршумлија, Пљевља и Пожега су издвојени изолинијом 1800 сати. Велики градијент пораста трајања сијања Сунца у правцу Приморја дат је изолинијама на 100 сати од 2100 до 2500 сати.



Слика 3. Просечне годишње суме трајања сијања Сунца, Шу сатимаЋ на територији СР Југославије, период 1951-1980

Глобално зрачење Сунца

Глобално зрачење Сунца представља суму директног зрачења Сунца и дифузног зрачења атмосфере. Мерења глобалног зрачења Сунца врше се у Мрежи специјалних метеоролошких станица од интереса за целу земљу. Метеоролошке станице на којима се мере параметри Сунчеве радијације називају се актинометријске станице. По препорукама Светске метеоро-лошке организације растојање између актинометријских станица може да буде 150 - 200km.

Мерења глобалног зрачења Сунца се обично врше на хоризонталну површину. За ова мерења користе се инструменти који се зову пиранометри. На вредности глобалног зрачења Сунца утичу астроном-ски, метеоролошки, географски и геометријски фактори, тако да је неопходно вршити дугогодишња мерења на истој локацији.

За подручје СР Југославије располаже се измереним подацима глобалног зрачења Сунца на актинометријским станицама Београд, Неготин, Златибор, Приштина и Бар.

На актинометријским станицама на којима се мере параметри Сунчевог зрачења, мере се и други метеоролошки елементи, који омогућују изналажење међусобне везе. На основу тих међусобних веза може се затим, помоћу различитих метода, извршити израчунавање одређених метеоролошких величина. На актинометријским станицама осматрају се поред различитих метеоролошких елемената и појава, дефинисаних одговарајућим програмима рада, још и компоненте Сунчевог зрачења и трајање сијања Сунца.

Истраживања су показала да постоји чврста веза између релативног глобалног зрачења (однос измереног глобалног зрачења Сунца и максимално могућег глобалног зрачења Сунца за одрђену локацију) и релативног трајања сијања Сунца (однос измереног трајања сијања Сунца и максимално могућег трајања сијања за одређену локацију), (WMO TN. No. 172).

По истраживањима домаћих аутора, Гамсер (1972), ова веза се са задовољавајућом тачношћу може написати у облику

$$G = G_0(a + b * S)$$

где су: G глобално зрачење које стварно прима земљина површина, чију вредност добијамо директним мерењем или га желимо израчунати за одређено место, ако нису вршена мерења, G_0 - екс-тратерестично зрачење у сатима S релативно трајање сијања Сунца, а и b коефицијенти који се одређују на основу података стварног трајања сијања Сунца, највећег могућег трајања сијања Сунца, измереног глобалног зрачења у току потпуно облачног дана и измереног глобалног зрачења у току потпуно ведрог дана.

За добијање територијалне расподеле глобалног зрачења Сунца расположиви подаци актинометријских станица нису довољани. Мађутим, како постоји задовољавајући број метеоролошких станица које мере трајање сијања Сунца, вредности глобалног Сунчевог зрачења су одређиване на основу трајања сијања Сунца. При том су коришћене вредности коефицијената a i b одређене на основу података са актинометријских станица.

Глобално зрачење Сунца на хоризонталну површину (GZ), на територији СР Југославије, период 1951-1980 у ватчасовима по метру квадратном за дан (Wh/dan m^2) прорачунато наведеним поступком приказано је на слици 4.

Минимална вредност глобалног зрачења Сунца на хоризонталну површину је 3418.8 Wh/dan m^2 у Пожеги, максимална вредност је у Улцињу 4574.1 Wh/dan m^2.

Територијална расподела глобалног зрачења Сунца је аналогна територијалној расподели трајања сијања Сунца.

Анализа података о трајању сијања Сунца и глобалном зрачењу, у поређењу са вредностима истих параметара у земљама где се енергетски потенцијал Сунца већ користи, Палз (1984), указује на значајан енергетски потенцијал Сунца на подручју СР Југославије.

Закључне напомене

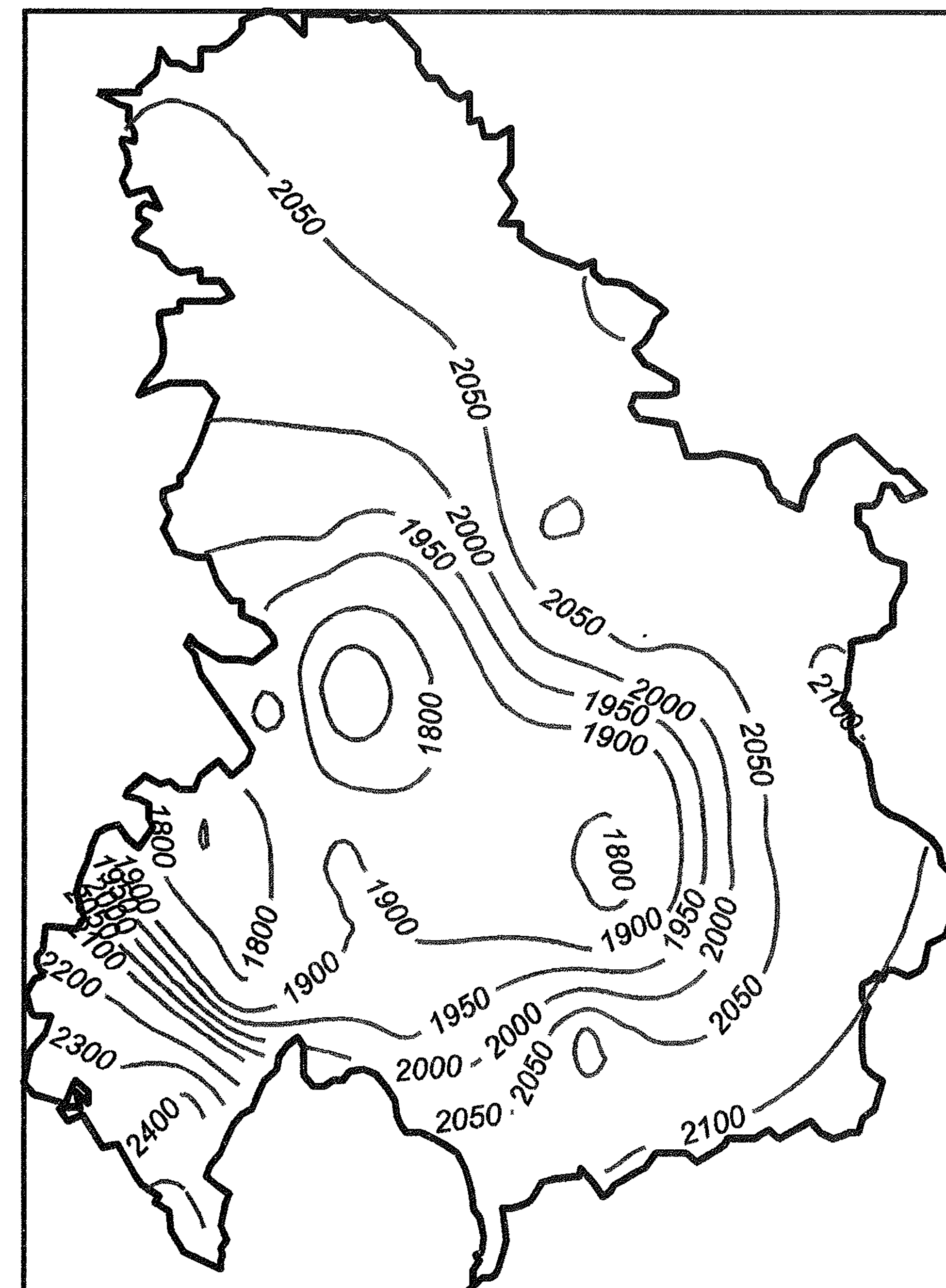
Метеоролошка подлога за разматрање активности у области развоја обновљивих извора енергије на територији СР Југославије, обухвата податке за оцену: потенцијала ветра и енергије Сунца.

Могућности коришћења енергетског потенцијала ветра:

- Према обрађеним подацима о брзини ветра и учесталости тишина на подручју СР Југославије постоји могућност коришћења енергетског потенцијала ветра.
- Избор локације и избор начина коришћења енергетског потенцијала ветра (за потребе наводњавања, ветрогенератори: појединачини или фарме) захтевају детаљне анализе карактеристика ветра. Неопходност оваквих анализа је условљена ***великом локалном променљивошћу карактеристика ветра*** (плански превоји - експозиција терена, каналисање ветра..).
- Техничке карактеристике изабране опреме су неопходне за одређивање: средње брзине ветра на висини пријемног дела уређаја, овде је анализирана висина 50м, и дужине трајања средње брзине ветра преко неопходног прага (за покретање елисе, стационарног стања радаШ)

Могућност коришћења енергетског потенцијала Сунца:

- Анализа података о трајању сијања Сунца и глобалном зрачењу указује на значајан енергетски потенцијал Сунца на подручју СР Југославије.
- Степен коришћења је првенствено одређен начином акумулирања енергије Сунца (пасивно или активно).



Слика 4. Просечно глобално зрачење Сунца, на територији СР Југославије, на нивоу године у [Wh/dan m^2], период 1951-1980.

Литература:

Gamser F. - 1972: Прилог методици обраде глобалног зрачења, VIII Саветовање климатолога Југославије, СХМЗ, Југославија, Златибор
Метеоролошки годишњак И - 1951-1980, СХМЗ Југославија
Palz W. – 1984: European Solar radiation Atlas, Volume I, Germany, K¬ln
WMO - 1981: Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source, Technical note No. 172, Geneva, Switzerland
WMO - 1981: Meteorological aspects of the utilization of wind as an energy source, Technical note No. 575, Geneva, Switzerland

ДЕСЕТОГОДИШЊА ПРИМЕНА ФОТОНАПОНСКИХ ПАНЕЛА У ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКОЈ СЛУЖБИ СРБИЈЕ

Слободан Кашунац, дийл.инж.
Рейублички хидромешеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Беоїрад, Јуїославија

Abstract
Significant experience was gained during the ten years application of ***photovoltaics*** *used for the electrical supply of means and instruments necessary for the efficient performing of meteorological activity in order to provide reliable and real time data.*
The paper contains a short presentation of the results concerning the use of solar energy as an infinite source, showing the actual development phase and further possibilities of the hydrometeorological activity in Serbija.

Айсшракш
Током десешоїодишње йионирске йримене фошонайонских йанела - "PV ћелија" за найајање шехничких средсшава и уређаја неойходних за шшо боље и ефикасније обављање мешеоролошке делашносши кроз обезбеђивање йравовремних и йоузданих йодашака и њихове размене, сшечена су значајна искусшва.
Овим радом даш је крашак йриказ резулшаша коришћења сунчеве енерїије као нейресушноі извора, који недвосмислено указују на ком се сшейену развоја налази и колике су моїућносши службе хидромешеорлошке делашносши у Србији.

УВОД

Хидрометеорлошка служба Србије, у оквиру своје делатности, користи велики број различитих мерних инструмената, чији рад и поузданост зависе од стабилног напајања електричном енергијом.
Карактеристичан пример потребе за поузданим напојним системом је служба сузбијања града јер се комуникација и рад са стрелцима на противградним станицама одвија радио путем преко репетиторских станица постављених на неприступачним местима. Овај начин остваривања радиовезе садржи бројне проблеме од којих се истичу:
- Привођење дистрибутивне електричне мреже је веома скупо.
- Рад са дизел агрегатима за пуњења акумулаторских батерија, уз ангажовање спољних сарадника, прате чести кварови условљени пре свега људским фактором.
- Ветро-генератори захтевају поуздана и веома скупа конструктивна решења.

Наведени проблеми су основни разлог због кога је техничка служба Завода и приступила пионирској употреби фотонапонских панела.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ "PV-ЋЕЛИЈЕ"- ФОТОНАПОНСКОГ ПАНЕЛА

Основне карактеристике "PV ћелије" које су навеле пионире ове службе у нас, да им поклоне посебну пажњу у трагању за новим поузданим извора напајања радиорепетитора, садржане су у следећем:

- Могућност директног претварања Сунчевог зрачења у електричну енергију.
- Рад без икаквих покретних делова.
-Одсуство било каквих загађујућих продуката.

- Теоријски неограничен век трајања.
-Изузетно мала маса генератора за произведену снагу.
- Једноставност примене електричног склопа.
- Рад са непресушном енергијом Сунца, као једна од најглавнијих карактеристика.

Већ на први поглед уочено је да наведене карактеристике не поседује ни један други извор енергије. То је био основни разлог да се, у трагању за новим извором енергије, овом извору посвети пуна пажња. Резултати даљег истраживања су то и потврдили.

3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ И МЕХАНИЧКИХ ВЕЛИЧИНА "PV-ЋЕЛИЈА"

За сваки уређај, коме је потребна електрична енергија за рад, прибављају се тачне радне карактеристике вредности напона напајања, струје у потрошњи и време рада током целе године. На тај начин се тачно одређује дневна потрошња електричне енергије, из које се поступним прорачуном добијају вредности за потребном енергијом, просечном енергијом и средњом енергијом, у односу на географску ширину и дужину места постављања уређаја.

Из енергетског биланса се добија потребна површина "PV ћелије". Познавањем техничких карактеристика за технологију израде "PV ћелије" тј, коефицијента корисности примењене технологије, дефинише се и потребна електрична снага.

За ускладиштење потребне резервне количине електричне енергије за рад уређаја у ноћним условима, или код више дана без осунчаности, користе се акумулаторске батерије. На основу техничких карактеристика батерије и потребног капацитета, врши се избор батерије, водећи рачуна о прилагођењу радне тачке на "PV ћелију".

Начин постављања и оријентације "PV ћелије" одређује се анализом захвата Сунчевог зрачења за оптимални нагиб непокретне конструкције. Наиме, ефекат "сунцокрета" не даје жељене ефекте за вршне снаге "PV ћелије" испод 100 (Wp). Код засенченијих локација потребно је оријентисати "PV ћелије" више ка Југо-истоку - до 30° ако то дозвољавају услови терена. Ово се ради у циљу "хватања " јутарњег зрачења, јер су тада плоче панела хладне а тиме је и ефикасност "PV ћелија" већа у односу на подневно осунчење када температуре знатно могу утицати на њихову ефикасност.

4. ПРИМЕНА СВЕТЛОСНЕ КОНВЕРЗИЈЕ "PV-ЋЕЛИЈА" У СРБИЈИ

Вишегодишњи проблеми у напојним системима које користи хидрометеорлошка служба у Србији условили су одлуку о постављању пробног постројења на репетиторској станици "Липовача". Основне прорачуне и пројектовање за пионирску примену "PV ћелија" вршила је стручна служба Завода, током јесени и зиме 1988. г.

Пробна инсталација, позајмљена од фабрике "ЕЛИНД" - Ваљево, монтирана је и пуштена у рад 12. 04 1989. године, а у циљу стицања првих искустава о могућој примени у датим условима. Садржала је панел са 2 секције од по 6 "PV ћелија", вршне снаге 40 (Wp). Стечена искуства о пробном раду првог фотонапонског панела у Србији, обједињена су и објављена у стручном раду групе аутора - пионира на овом послу, публикованом на Саветовању о алтернативним изворима електричне енергије у Југославији - Чачак 1989. године.

Изванредни резултати током деветомесечног пробног рада условили су убрзану одлуку стручне службе Завода да се на свим репетиторским пунктовима дизелагрегатско напајање замени фотонапонским панелима. Током 1990. године, на 6 најкритичнијих места замњени су дизел агрегати "PV ћелијама" да би на осталим локацијама била извршена замена током наредних 10 година. Исте 1990. године, октобра месеца, урађено је и пилот постројење на хидролошкој станици "Раковица"- Топчидерска река. После добијених резултата пробног рада од 8 месеци, одлучено је да се оваквим постројењем опреми укупно 44 хидролошких станица распоређених на свим реонским хидролошким станицама у Србији. Целокупан пројекат опремања хидролошких станица "PV ћелијама" је завршен у периоду септембар - октобар 1991.

5. РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ ФОТОНАПОНСКАО НАПАЈАЊА

Током вишегодишњег рада "PV ћелија" на репетиторским пунктовима и хидролошким станицама уочене су следеће карактеристике којим се овај начин напајања издваја у односу на све дотада примењене:
- Беспрекоран рад без икаквог одржавања.
- Знатно смањење кварова на електронским компонентама уређаја који су радили више од 20 година.

- Потпуни изостанак механичких кварова на лимниграфским уређајима.
- Апсолутна поузданост током свих годишњих доба тј. поуздан рад и у најтежим зимским условима и у време летњих жега.

Овде је неопходно нагласити да је гарантни рок произвођача од 5 година знатно је премашен. Наиме, тек после осам година примене регистровани су први недостаци код панела направљених по тадашњој пионирској технологији.

6. ЕКОНОМСКА ОПРАВДАНОСТ УПОТРЕБЕ "PV - ЋЕЛИЈА"

Сагледавањем техничко-оперативних резулта примене фотонапонских панела за напајање уређаја на репетиторским пунктовима и хидролошким станицама, приступило се анализи економске оправданости и остварених уштеда за период њиховог коришћења од 10 година. Остварени резултати уштеде од више десетина милиона US долара, запањили су и аутора овог пионирског подухвата у нас и иницирали идеју о изради "Студију о десетогодишњој примени сунчеве енергије у службама Хидрометеорлошког завода Србије." са детаљним описом остварених уштеда. Студија је штампана 1997. године, у издању Републичког хидрометеорлошког завода Републике Србије.

Овде је неопходно и нагласити да су остварени ефекти уштеде знатно допринели да се обављање хидрометеорлошке делатности одржи виталним и у периоду изолације наметнуте санкцијама.

За успехом без премца, у примени нових техноилогија у последњих 50 година, резултате примене "PV ћелија" од стране стручне службе Завода, верификовали су и други кроз примену панела у својим службама и то : НИС - Јигопетрол, ЕДБ Србије, РМУП, Служба одржавања путева и други.

7. ДАЉИ ПЛАНОВИ РАЗВОЈА СОЛАРНОГ СИСТЕМА У ХИДРОМЕТЕОРОЛОГИЈИ

Драгоцена искуства и остварени ефекти у примени соларних панела "PV ћелија" условило је , не без основа, израду веома амбициозног програма развоја коришћења сунчеве енергије у оквиру плана модернизације хидрометеоролошког бдења и осматрања, и модернизације модификације времена.

Основни изводи из програма садржани су у следећем:
- Развити и применити соларни систем напајања аутоматских меторолошких станица.
- Развити и применити соларни систем напајања свих уређаја службе прогнозе времена.
- Развити и применити соларни систем напајања за све телекомуниокационе центре.
- Развити и применити соларни систем напајања аутоматских аквизиционих хидролошких станица.
- Развити и изградити преносни систем соларног пуњења батерија за ручне радиостанице.
- Развити и пројектовати систем соларног аутономног напајања радарских уређаја.

На иницијативу Министарства за пољопривреду, шумарство и водопривреду, са Електротехничким факултетом у Београду и Винча-Соларом дефинисан је задатак за израду Пројекта лабораторије за истраживање зрачења Сунца и могућност примене у енергетске сврхе различитих инсталисаних снага. Локација Лабораторије била би у оквиру зграде Републичкох хидрометеорлошког завода Србије.

Као круна свега изложеног, представља пројекат изградње фабрике за производњу "PV ћелија" од домаћих сировина, што представља надградњу чињенице да је још пре 20 година у Винчи направљена прва домаћа "PV ћелија". На овај начин, освојио би се програм серијске производње лабараторијски направљење "PV ћелије" и оствариле вредности електричне снаге од више (MWp). С друге стране, обезбеђењем алтернативне електричне енергије коришћењем непресушне енергије Сунца дало би огромне економске ефекте у целој земљи уз пуну еколошку заштиту.

8. ЗАКЉУЧАК

У оквиру прославе врло богате историје 150 година метролошког бдења, па до 30 година рада Система одбране од града, занемарено је 10 "скромних " година корачања путем "Invicti Solis" (непобедивог Сунца). Много развијенија и богатија друштва са поносом истичу и много мање резултате на овом пољу. Располагати са разуђеним системом напајања професионалних техничких система у оваквом обиму је прилика да се и на овај начин исправи грешка и убудуће са поносом и на сваком месту истакне чињеница да је Републички хидрометеорлошки завод Србије један од пионира масовне примене фотонапонских панела код нас и у свету.

УТИЦАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА РАСПРОСТИРАЊЕ СУМПОР-ДИОКСИДА ЕМИТОВАНОГ ИЗ ТО "ВРЕОЦИ"

мр Славко Костоски, дипл. мет.
Радмила Војновић-Кљаић, дипл. .мет
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66,
11030 Београд, Југославија
др Драган Урошевић, дипл. инг.
Рударски институ Земун, Батајнички пут бб.
11000 Београд, Југославија

Abstract

Complex surface and micro-sounding meteorological measurements have been performed in the area influenced by the heating plant Vreoci for several years. The obtained results were used to analyse the atmosphere stability and to study turbulent, diffusion and other thermodinamical characteristics of the atmosphere in observed area.

For the needs of calculations of released SO_2 spatial distribution, a mathematical model with input meteorological data obtained with corresponding processing was applied as well as with the input data on SO_2 emissions and imissions, being the result of simultaneous measurements and meteorological measurements.

Апстракт

На подручју утицаја ТО" Вреоци" су током више година вршена комплексна приземна и микросондажна метеоролошка мерења и осматрања. Добијени резултати су искоришћени за анализу стабилности атмосфере и проучавање дифузионих и термодинамичких карактеристика атмосфере разматраног подручја.

За потребе прорачуна просторне расподеле емитованог CO_2 је примењен математички модел са улазним метеоролошким подацима, добијеним наведеном обрадом као и улазним подацима о емисији и имисији CO_2 који су резултат истовремених мерења са метеоролошким мерењима.

УВОД

Развој рударства, индустрије и енергетике, односно индустријских и термоенергетских постројења као и нагли развој урбаних целина и саобраћајних структура на подручју Колубарског басена условили су нагло погоршање квалитета ваздуха. Загађење ваздуха у Обреновцу, Лазаревцу, Вреоцима и другим мањим местима овог басена достигло је такве размера да захтева успостављање **система управљања и контроле квалитета ваздуха**.

За потребе успостављања система управљања и контроле квалитета ваздуха неопходно је сагледати утицаје великих извора, група извора или свих извора овог подручја у зависности од емисија загађујућих материја, **метеоролошких услова и процеса дисперзије, трансформација и депозиција загађујућих материја.**

У том циљу су за потребе сагледавања утицаја термоенергетског комплекса "Колубара-прерада", односно ТО"Вреоци" на околину вршена **вишегодишња стандардна приземна мерења и етапна висинска метеоролошка мерења,**и мерења емисија и имисија загађујућих материја.

Укључивањем ових вредности у математички модел рачуната су поља концентрација

загађујућих материја при карактеристичним условима стабилности атмосфере.

2. МЕТЕОРОЛОГИЈА ЗАГАЂЕЊА

Дисперзија и транспорт сумпор-диоксида (SO_2) и других загађујућих материја пореклом из ТО "Вреоци" зависе од термодинамичких услова граничног слоја атмосфере. Комплексност термодина мичких процеса који утичу на дисперзију загађујућих материја се огледа кроз утицај ветра, температуре ваздуха, стабилност атмосфере, атмосферске турбуленције, висине слоја мешања и др (3).

Најзначајнији метеоролошки параметар у погледу степена дифундовања сумпор-диоксида одмах после емисије из ТО "Вреоци" је ветар. Као што је познато понашање димне перјанице, степен њеног подизања и дисперзије дима у атмосфери зависи од брзине ветра.Тачније степен подизања димне перјанице и дисперзија дима унутар димне перјанице је обрнуто сразмеран брзини ветра у делу атмосфере где се димна перјаница шири. При чему излазна брзина дима мора бити најмање два пута већа од брзине ветра на висини извора.

У слоју мешања брзина ветра се повећава са висином уз истовремено варирање његовог правца. Појава вертикалних градијената брзине ветра је условљена орографијом терена, храпавошћу подлоге и термодинамичким процесима у атмосфери. Када се брзина ветра повећава са висином, загађујуће материје емитоване из димњака ТО "Вреоци" уводе се у већу запремину ваздуха за јединични временски интервал. У овом дисперзионом процесу који обухвата ширење, и самим тим разблаживање концентрација SO_2 и других загађујућих материја нормално на средњи правац њиховог преношења, мајорантни фактор је турбуленција

Други значајни метеоролошки параметар који утиче на просторну и временску расподелу аерозагађења је атмосферска турбуленција. Инсолација Сунца, храпавост тла, евапотранспирација и други процеси у приземном делу атмосфере су узроци сложених турбулентних кретања у атмосфери. Термички условљена турбуленција атмосфере показује изражену дневну променљивост при великим над адијабатским градијентима температуре а малу при јаким инверзијама (3,4).

У анализама и прорачунама расподела применом дифузионог модела сматра се да је турбуленција хомогена и стационарна и претпостављено је да су карактеристике дифузије SO_2 константне у интарвалу времена и разматраном простору.

Концентрација загађења у хоризонталној и вертикалној равни унутар димне перјанице је нормално распоређена па је зато могуће концентрацију у некој тачки (C(x,y,z)) приказати у функцији стандардних девијација (дисперзионих коефицијената) -σ_y и σ_z. Стандардне девијације дефинишу капацитет дифузије атмосфере у којој су загађујуће материје налазе, и оне могу бити одређене у односу на турбулентне карактеристике атмосфере. Оне карактеришу временске и просторне промене стања атмосферске турбуленције и репрезентују слој мешања и атмосферске процесе који се одигравају у њему а који утичу на механизам дисперзије (3,4).

Степен подизања димне перјанице зависи од вредности механичког и термичког потисног момента који директно зависи од односа температуре дима на излазу из димњака и температуре околног ваздуха као и **градијената температуре** ваздуха у слоју подизања.

У граничном слоју атмосфере **градијент температуре** се значајно мења са висином у зависности од степена загревања тла.

Током ноћи и веома често током касних вечерњих и раних јутарњих сати долази до појаве радијационог хлађења тла а самим тим и до појаве **инверзија температуре ваздуха**. Инверзија температуре је битна за проучавање аерозагађења, јер се јавља унутар слоја атмосфере у коме се емитују загађујуће материје. Инверзију углавном прати слабо изражено поље ветра, па је због тога мала способност атмосфере да дифузијом, спирањем и струјањем разблажи концентрације аерозагађења. Стога треба очекивати, при постојању инверзије са врхом изнад висине димњака ТО " Вреоци" у дужем временском периоду, појаву високих имисионих приземних концентрација SO_2 и других загађујућих материја.

Анализирани вертикални профили температуре, ветра, притиска и влажности су били основа за параметризацију граничног слоја атмосфере. Овим поступком су добијени параметри који дефинишу термодинамичке карактеристике граничног слоја атмосфере, које битно утичу на процену дифузије и дисперзије загађујућих материја.
Параметар стабилности $S=(g/t)(\Delta\Theta/\Delta z)$ може се разматрати као вредност која је пропорционална износу којом стабилност сузбија генерисање турбуленције.

Ричардсонов број-R_i (1,2) је параметар који описује утицај хидростатичке стабилности на турбуленцију, а који је дефинисан односом узгонских ефеката и ефеката смицања ветра.

Користећи утврђену стабилност помоћу параметра **S**, рачунате су вредности стандардних девијација σ_y и σ_z, користећи утврђену зависност стандардних девијација и коефицијената који дефинишу појаве турбулентности и конвеквије у атмосфери, као и утицај подлоге (1,2).

2.1 МЕТЕОРОЛОШКА МЕРЕЊА И ОСМАТРАЊА НА ЛОКАЛИТЕТУ ТО "ВРЕОЦИ"

Предмет метеорлошких истраживања у периоду 1987.-1990. год. био је гранични слој атмосфере у зони утицаја "Колубара-прераде" у Вреоцима, односно ТО "Вреоци". У њему се врши интеракција између атмосфере и земљине површине, па се резултати **приземних и висинских мерења и осматрањима** могу искористити за праћење и описивање термодина мичких процеса који дефинишу расподелу сумпор-диоксида и других загађујућих материја емитованих из ТО "Вреоци".

У циљу праћења утицаја метеоролошких фактора на стање загађености ваздуха Колубарског басена 1976. године формирана је **С**пецијална **м**етеоролошка **с**таница (**СМС**) "Тамнава" са скраћеним стандардним програмом осматрања. Коришћешњем комплекса приземних метеоролошких осматрања за сваки термин осматрања одређивана је Пасквил-Тарнерова класа стабилност атмосфере

Поред приземних осматрања за потребе испитивања термодинамичких карактеристика граничног слоја атмосфера испитиваног локалитета, вршена су етапна **микросондажна мерења**. Ова мерења су вршена у свакој од наведених година, у етапама од по 5 дана два до четири пута годишње, при чему су обавезно обухваћени зимски и летњи период. Микросондажна мерења су вршене на свака три сата од 01.00 па надаље. Највећи број осматрања остварен је до висина 700-1000m, чиме је обухваћен слој мешања, који је од значаја за анализу дифузионих и турбулентних карактери -стика слоја мешања

2.2 ОБРАДА РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА

Приказ карактеристика ваздушних струјања над подручјем колубарског басена, који је потребан за проучавање утицаја временских услова на аерозагађење, садржи информације о правцима и брзинама ваздушних струјања.
Из одговарајућих терминских вредности о брзини и правцу ветра, осмотрених на СМС "Тамнава" у периоду 1987.-1990.год., су одговарајућом обрадом добијене расподеле средњих брзина и честина правца ветра- Слика 4.

За потребе анализа поља основних и изведених метеоролошких елемената извршене су различите систематизације (по терминима, по класама стабилности и др.).

Обрада микросондажних мерења је вршена на тај начин што је за сваки термин мерења појединачно одређивана класа стабилности атмосфере по Пасквил-Тарнеровој класификацији. На тај начин су сва мерења сврстана у седам категорија, у зависности од класе стабилности, а затим је вршен прорачун вредности температуре и ветра дуж вертикалних профила.

За сваку сондажу појединачно и за све систематизоване по класама стабилности анализирана је појава, тип, дебљина висина базе и врха инверзије, као и градијент температуре.

Вредности брзине и правца ветра дуж вертикалних профила, сваке од класа стабилности атмосфере, добијене су векторском анализом систематизованих измерених вредности. Добијене вредности послужиле су као улазни подаци у моделу, прорачун дисперзионих коефицијената, параметризацију граничног слоја атмофере, и других параметара који су омогућиле детаљну анализу структуре граничног слоја атмосфере и који су неопходни у примени дисперзионих модела за потребе прорачуна просторно-временских расподела загађујућих материја у посматраном локалитету.

За сваки термин микросодажних мерења одређивана је стратификација атмосфере преко параметара стабилности, а затим су сва мерења систематизована по класама стабилности. Рачунате су вредности σ_y и σ_z за сваки од вертикалних профила и за сваку групу систематизованих профила. Из тако систематизованих профила (табела1), коришћењем методе регресионе анализе, добијене су регресионе криве за σ_y и σ_z, облика $y=Ax^a$, по кла-

сама стабилности на висини извора, са високим коефицијентом корелације.

2.3. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ОБРАДА

На подручју утицаја топлане у Вреоцима преовладавају ваздушна струјања из ESE, W и WNW правца. При чему ветрови из SE и NW имају највеће средње брзине.

Анализа стања стабилности атмосфере у периоду 1987.-1990. год. , слика 1, показује да је атмосфере у зони утицаја ТО "Вреоци" била најчешће неутрално стратификована. D класа је у овом периоду била заступљена у 31.4% случајева, са доминантним струјањима из WNW, NW и SE правца.

Најнеповољнији услови за дифузију загађујућих материја су при стабилној стратификацији атмосфере, која је веома често била праћена појавом темпертурних инверзија у касним вечерњим и раним јутарњим сатима као и током ноћи. Поред D класе најчешће су биле заступљене класе које карактеришу стабилну стратификацију атмосфере, и то:

-G класа, у 25.9% случајева, са доминантним струјањима из SE, ESE правца;

-F класа, у 15.6% случајева, са доминантним струјањима из SSE и S правца.

Нестабилно стратификована атмосфера, у којој доминирају јаче или слабије изражена турбуленција и конвективна кретања, се веома често јављала у овом периоду. Од нестабиних класа најчешће су доминирале:
-B класа, у 10.5% случајева, са доминантним струјањима са северозапада (NNW, NW и WNW правца) и југоистока (ESE и SE правац),

и

-C класа, у 8.4% случајева, са доминантним струјањима из северозапада и југоистока.

За сагледавања расподела сумпор-диоксида и других загађујућих материја емитованих из топлане у Вреоцима од значаја је позанавање поља температуре и ветра. У случају емисија дима при јаким струјањима и повећаној турбуленцији атмосфере долази до интеракције између вертикалног млаза дима и комплексне циркулације у атмосфери, што доводи до бржег и јачег савијања димне перјанице према земљи а самим тим и до смањења ефективне брзине дима.

Испитивања термичке структуре атмосфере показује да до значајних промена у вертикалном профилу температуре долази током лета при нестабилној стратификацији атмосфере и током зиме при појави инверзија.

Анализа појава инверзија у периоду 1987.-1990. год., на основу сондажних мерења, је показала:

- да се најчешће јављају приземне инверзије са висинама врха од 100 до 200 метар,

- да су градијенти приземних инверзија израженији у односу на придигнуте. Приземне инверзије са тако израженим градијентима су значајне препреке при подизању димне перјанице из 80 метарског димњака ТО "Вреоци". Овакви термодинамички услови атмосфере су изузетно неповољни за дисперзију дима на веће висине, и омогућавају нагомилавање аерозагађења у слоју од земље до врха инверзије и појаву екстремно високих имисионих концентрација.

Анализа поља температуре по класама стабилности - (слика 2) и по правцима ветра- (слика 3) показују да је нестабилна стратификација (класе A,B и C) често условљена релативно високом приземном температуром ваздуха која омогућава појаву изразите термичке турбуленције.

Израчунате вредност коефицијената A_i и a_j у једначини $\sigma_{y,z}=A_iX^{a}_j$ за нестабилну и неутралну стратификацију су A=0.93, a=0.79 и A=0.58, a=0.79 , респективно. Резултати анализа вредности σ_z и σ_y за посматрани временски период указују на одступања израчунатих вредности у односу на вредности добијених очитавањем са номограма (2,3) .

У табели 1 су дати резултати параметризације граничног слоја атмосфере при умерено нестабилно стратификацији атмосфере-класа B. Негативне вредности R_i броја, које се јављају у слоју од земље до висне од 150м , су индикатор постојања конвективних и турбулентних струјања као и изразитог смицања ветра са висином који омогућавају дисперзију SO_2 и других полутаната у атмосфери.

У слоју изнад 150м вредности R_i броја теже ка нули. При чему предходно достижу критичну вредост ($R_{icr.}$=0.25), која представља границу преласка ламинарног струјања у турбулентно.

3. РАСПОДЕЛА КОНЦЕНТРАЦИЈА СУМПОР-ДИОКСИДА (SO_2)

Применом модификованог Гаусовог модела за подручје утицаја топлане "Вреоци" рачунате су средње 24-сатне и краткотрајне концентрације SO_2, за ружу ветрова од 16 праваца, у условима нестабилно (Слика 4) и неутрално стратификоване атмосфере.

За прорачун расподела SO_2 коришћени су резултите предеходно наведених обрада приземних и висинских метеоролошких мерења и осматрања и **од стране Рударског института- Земун, измерених вредности следећих техничко-технолошких параметара:**
- висине димњаке (H=80m), пречник светлог отвора димњака (R=3m), температура излазних гасова (t_g=164°C) и излазна брзина гасова (V_g=13.03m/s).

Анализа израчунатих поља приземних имисионих концентрација SO_2 показује да се високе концентрације средњих 24-сатних концентрација могу очекивати при изразито нестабилној стратификацији атмосфере, али оне нису веће од **Граничих вредности имисија** (ГВИ=150 µg/m³).
Краткотрајне концентрације SO_2 при изразитој нестабилности атмосфере, су веће од законом дозвољених вредости, прелазећи вредност од 300 µg/m³ на растојањима од приближно 1км од извора, и то у ESE, SE, S, WNW и NW правцу.

При неутралној стратификацији атмосфере очекиване вредности поља средњих 24-сатних приземних концентрација SO_2 су мање од законом дозвољених концентрации.

4. ЗАКЉУЧАК

Упоредна анализа прорачуном добијених вредности приземних концентрација SO_2, са улазним подацима добијених на изложени начин, и измерених приземних имисионих концентрациоја за летњи период показује да је њихов однос унутар фактора 2. Ово указује на добро слагање израчунатих и измерених концентрација.

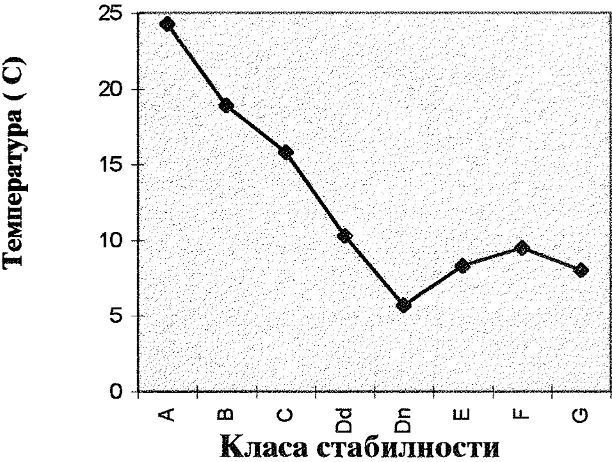
Међутим ако се примени модел са истим техничко- технолошким подацима или процењеним и номограмом добијеним улазним метеоролошким подацима онда долази до значајног одступања израчунатих и измерених вредности приземних имисионих концентрација SO_2.
Израчунате вредности концентрација SO_2 су, у зависности од стабилности атмосфере, веће или мање од измерених за фактор 3-4, што је не прихватљиво за примену модела.

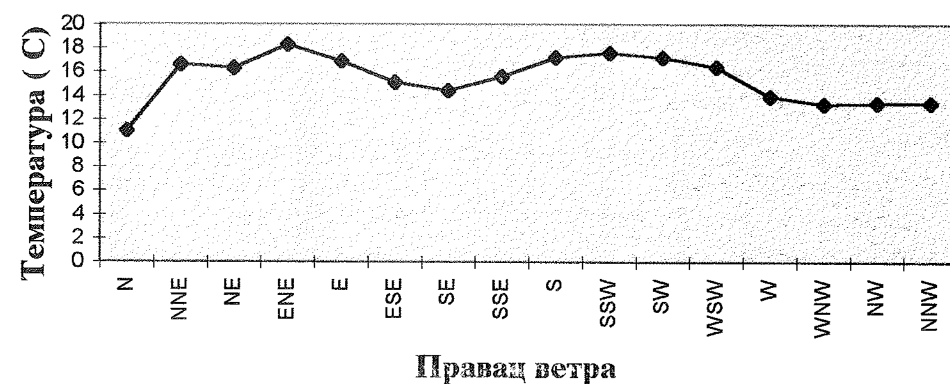
Ово указује на неопходност обавезног сачињавања метеоролошких подлога при изради студија утицаја индустријских, термо-енергетских и других извора на животну средину.

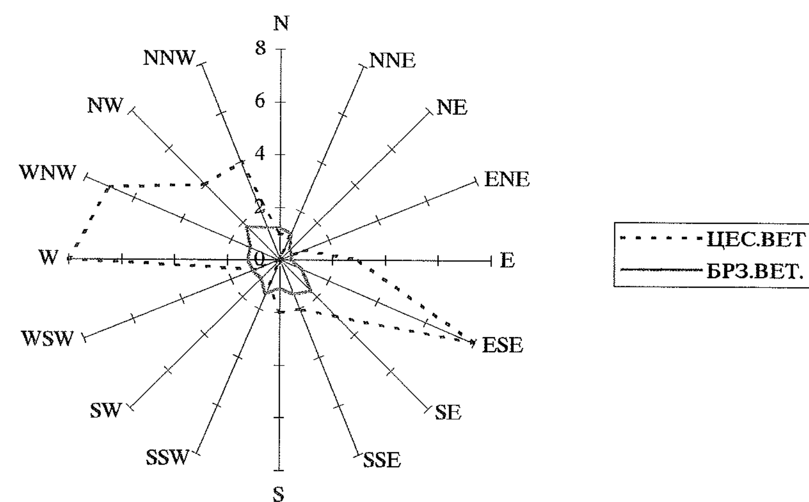
Табела 1. Вредности параметара стабилности и турбуленције дуж вертикалниог проофила

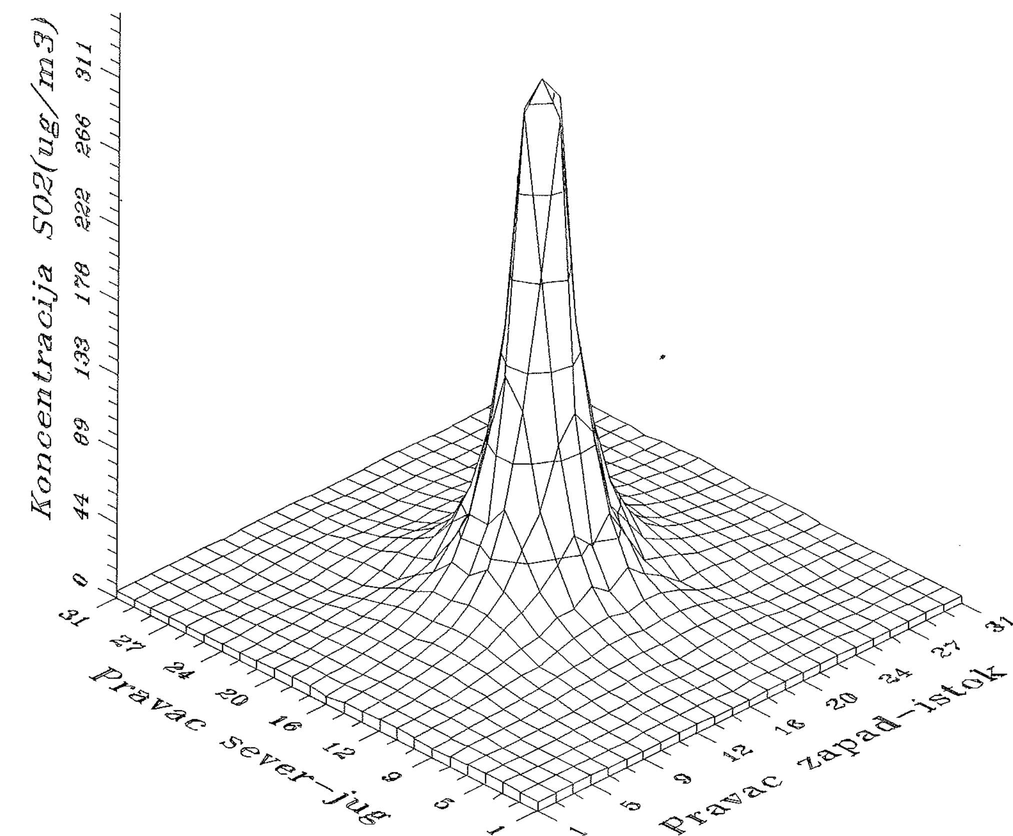
ПОДАЦИ О МЕРЕЊУ	ПРИЗЕМНИ ПОДАЦИ	РАЧУНАТЕ ВРЕДНОСТИ	КЛАСА СТАБИЛНОСТИ- В
ГОДИНА: 1987 МЕСТО МЕРЕЊА: ШОПИЋИ	P_O=1006.7 mb θ= 292.9 K T=20.2°C V_O=1.8m/s D_o=324 V_*=0.19	R_I=-2.69x10^{-3} S=.70 L=-34.47 Z/L=-0.06	H=464m

H(m)	T(°C	V(m/s	DD	θ(K)	ΔT/Δz	ΔU/z	R_I	S	R_{IB}	K
10	20.0	2.3	290	292.7	-2.1	5.26	-2.67^{-3}	-3.7^{-4}	0.70	0.92
20	19.8	2.7	292	292.6	-2.0	4.0	-2.14^{-3}	3.35^{-7}	0.54	
30	19.7	3.0	312	292.6	-1.0	3.0	-8.24^{-5}	0.0	0.50	
50	19.4	3.3	313	292.5	-1.5	1.5	-0.01	-1.66^{-4}	0.65	
70	19.3	3.5	319	292.6	-0.50	1.0	0.02	-1.66^{-4}	0.74	
90	19.0	3.3	306	292.5	-1.5	-1.0	-0.02	-1.65^{-4}	0.66	
100	18.9	3.5	303	292.5	-1.0	2.0	-1.67^{-4}	0.0	0.38	
150	18.1	3.3	207	292.5	-1.0	-0.4	-3.97^{-3}	0.0	1.21	
200	18.1	2.9	190	292.6	-0.60	-0.8	0.02	1.35^{-4}	2.24	
250	17.8	2.5	306	292.8	-0.60	-0.8	0.02	1.35^{-4}	3.06	
300	17.5	3.4	233	293.0	-0.60	1.8	3.98^{-3}	1.35^{-4}	1.68	
350	16.8	3.7	242	292.8	-1.4	0.6	-0.04	-1.35^{-4}	0.63	
400	16.6	3.2	253	293.1	-0.40	-1.0	0.02	2.03^{-4}	2.29	
450	16.6	2.3	331	293.3	-0.60	-1.4	0.01	1.35^{-4}	3.34	
500	16.0	2.9	20	293.5	-0.60	0.8	0.02	1.36^{-4}	2.53	
550	15.9	2.6	89	293.9	-0.20	-0.6	0.07	2.71^{-9}	4.09	
600	14.3	3.5	171	292.8	-3.20	1.0	-0.02	-7.49^{-4}	-1.59	
650	13.9	3.2	169	292.9	-0.60	-06	0.02	6.83^{-5}	2.04	
700	15.6	3.1	142	293.1	-0.60	-0.2	0.33	1.37^{-4}	2.6	
750	15.7	3.0	154	293.7	0.20	-0.2	1.0	4.10^{-4}	4.39	
800	14.8	2.9	167	295.3	2.20	-0.2	2.66	1.09^{-3}	0.60	









5. ЛИТЕРАТУРА

Haugen D. A. (editor), 1973: *Workshop on Micrometeorology, American Meteorological Sociaty, Boston.*

Houghton D. D. (editor), 1985: *Handbook of applied Meteorology*, A wiley-Interscience Publication John Wiley&sons, New York, 697 - 777.

Turner D. B., 1969: *Woorkbook of atmospheric dispersion estimates*, U S Department of helth, education and walfare, Cincinati.

Stern A. C., Duttionfor J. A., 1984: *Fundamentals of Air pollution*, Secon Engenering Application editions, A. Wiley interscence Publication, New York.

ОГЛЕДНИ СЛИВ ГОРЊЕГ ТОКА РЕКЕ ТОПЛИЦЕ

(хидролошко метеоролошка истраживања у периоду 1950-1998. год.)

Миодраг Дедић, дипл.грађ.инж.
Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање

Abstract

The examination of the waterpower engineering problems for a river basins or for a some big region, must to be based on detailed quality facts. In the first place that is the weather conditions. This is in the specific case showed, through the planing of waterpower engineering problems and the project for Toplica river basins for the period of 1950-1998.

This is the period where the resolutions based on very meager facts, and with its largest and uality had been planed, improvement, and provided; quality and rational solution in using water, for the area of Toplica river.

That is point out in the results "Experimental river basins" formed in the upper Toplica river basins.

Апстракт

Изучавање водопривредних проблема за слив реке или већег региона мора да почива на обимним квалитетним подацима у првом реду су то хидрометеоролошки. То је у конкретном случају показано кроз планирање водопроивредне проблематике и објеката за слив реке Топлице у периоду од 1950-1998 год.

То је период у коме су решења заснивана на врло оскудним подацима, и са њиховом масовношћу и квалитетом су планирања побољшавана и обезбеђивала квалитетнија и рационалнија решења у коришћењу воде за потребе подручја Топлице.

У томе се указује и на резултате "Огледног слива" формираног у горњем току реке Топлице.

1. Историјат

Крајем лета 1950. године Хидротехнички Институт Српске Академије Наука у Београду отпочео је истраживања за израду типова малих сеоских хидро-електрана.

У нади да ћемо имати повољне хидролошке услове у простору којим се сливају воде са Јастребца у широку Долину Топлице, изабрани су за ова испитивања мале речице између Плочника и Прокупља.

Међутим на терену нашли смо сува речна корита и спржена поља сушом која је те године завладала у целом овом крају. Из разговора са мештанима дознали смо да су све ове речице лети 2-3 месеца без воде и то не из разлога што извори пресушују, већ што се вода још у највишим деловима уртоши на наводњавања башта и пашњака, тако да у Долину и не доспева.

Осим тога и падавине за време лета (које је обично јако топло) врло су ретке, а како су земљишта понајчешће са порозном или стеновитом плитком подлогом, то чак и у влажним годинама, само ако кише не падну 15-20 дана, усеви редовно подбацују.

При оваквом стању могло се закључити:
- да је електрификација села у Топлици малим хидро-електранама немогућа на оваквим водотоцима како их природа даје и
- да се успешна пољопривреда у Топличкој Долини не може ни замислити без наводњавања поља за време лета.

Након тога требало је испитати начине добијања воде, али како се за време лета осећао њен недостатак у целом сливу, па чак и у самој централној реци Топлици, остајала је једина могућност: да се потребне количине обезбеде оплемењивањем јесењих и пролетњих вода у пространа вештачка језера, која би створили израдом долинских преграда на погодним местима.

Овим језерима постигли би највећу економију у водопривредном газдовању из више разлога:

- што би она послужила за сакупљање потребне количине воде за летња наводњавања обрадивих површина у пољопривреди целе долине,
- њима би изравнали отицања вода преко целе године, те тако омогућили електрификацију Топличке Долине изградњом већих хидро-електрана на погодним местима које би потпуно искористиле целокупну расположиву воду при најмањим димензијама хидропостројења,
- захваљујући пространим резервоарима ових језера, могли би осигурати снабдевање водом већих насеља и индустрије у целој долини Топлице и на крају
- овим језерима постигли би смањивање таласа великих вода и у вези са њим знатне уштеде инвестиција за регулисање Топлице од Плочника до Дољевца на дужини тока од 60 км.

Увиђајући значај изградње акумулационих басена у Топлици за режим вода Мораве као централне реке НР Србије, Хидротехнички Институт САН у Београду потпомогао је овај подухват финансирањем теренских студија у 1951 и 1952 години, али како су средства која је Институт могао ставити на расположење била јако скромна испитивана је само Горња Топлица, узводно од Куршумлије.

Принуђен тешким последицама поновљене суше 1952 године, Срески Народни Одбор у Куршумлији одлучио је, да у лето идуће 1953 године преузме на себе финансирање ових студија, како би убрзао добијање слике водопривредних могућности целе Топлице.

Те године је, поред прикупљања и обраде топографских података за три главна акумулациона језера (Селова, Чунгула и Рудари), организовано и техничко одељење у Куршумлији за стални рад на терену и контролу хидролошке службе свакодневних опажања падавина и отицања вода на целом подручју слива Топлице од 2.100 км^2 са својих 25 кишомерних и 19 водомерних станица и хидрометријских профила.

Сталан рад ове важне установе почео је 1. октобра 1953 године.

У намери да у 1954 години код Државне Управе отвори потребне кредите за израду основног пројекта, формиран је Одбор за уређење Топличке Долине са седиштем у Куршумлији. Он је затражио да се састави кратак приказ целокупног водопривредног уређења Долине који би садржао привредни значај пројект и обим радова које би требало извршити за његово остварење.

Студија је завршена крајем 1953 године, а добивени резултати, најкраће изражени, били су следећи:

Целокупно водопривредно уређење Топличке Долине заснивало се на водама 6 акумулациона басена са укупном корисном запремином 86 Мио м^3 воде.

Пре него што се употреби за наводњавања, ова се вода користи у 16 хидро-електричних постројења појединачне јачине до 3.000 kw, чија је укупна инсталацина снага, по подацима ове студије, износила 19.500 kw. Предвиђало се да она може дати годишње за потребе електрификације Топлице и Нишке Области око 82 Мио kw/часова високо-вредне електричне енергије из акумулационих басена и то још у доба летњих малих вода.

Захваљујући повољним топографским и хидролошким условима слива, водене резерве само два акумулациона басена ("Селова" и "Чунгула") са приближно 48 Мио м^3 корисне запремине воде, сматрало се да ће бити довољне, да за време летњих суша наводњавају пространи комплекс земљишта у троуглу: Плочник – Блаце – Мала Плана, затим равницу Прокупље – Дољевац и најзад ниже терене долине Богдановачке реке у укупној површини од око 23000 Ха.

Све што је напред изнето остало би без своје повезаности ако се не би изнело то шта река Топлица са својим сливом представља у погледу вода за слив Јужне Мораве и за целу Србију.

Расподела годишњих падавина за период 1925-1950 године, најбоље то указује, као и приказ сликовног подручја са карактеристикама.

2. Природа сливног подручја и карактеристике главног тока

Топлица са својим сливом од 2. 218 км^2 по величини је друга притока Јужне Мораве Упоређујући површине она заузима 14,3% од укупног слива Јужне Мораве или 6% од слива

Велике Мораве, а по количини њене воде износе 11% од вода Јужне Мораве.

Топлица извире на источној страни Копаоника одкле тече у југо-источном правцу све до Куршумлије уском долином која се само местимично шири у мања поља.

Низводно до Куршумлије, пошто прими две веће притоке: Бањску и Косаницу, Топлица скреће на северо-исток, пролази ужом долином све до Плочника одакле се долина отвара у пространу равницу - котлину – чији се бокови сасвим благо пењу на север према Јастрбцу, а знатно стрмије на југ према планинама Видојевици, Пасјачи и Радану.

Овај део сачињава њен средњи ток који почиње код Куршумлије и завршава се у теснацу испод брда "Хисар" код Прокупља.

Од Прокупља низводно почиње доњи ток Топлице са изразито равничарским карактером који се огледа у јаком меандрирању реке и честом мењању корита. На том делу ближе Прокупљу уливају се у Топлицу са планине Пасјаче четири јака бујична тока (Растовница, Тамни поток, Лукомир и Речички поток), који услед кратког тока и великих падова за време јчих киша пустоше плодна земљишта.

Од основних карактеристика тока реке Топлице наводимо следеће:

- њена дужина износи 124 км
- висинска разлика од ушћа до извора је 725 м.

Ове две вредности дају просечан пад од 5,85‰ одакле се може закључити да је Топлица претежно брдска река.

- ако посматрамо рашчлањен ток. онда би падови имали следеће вредности;

горњи ток 7,6‰
средњи ток 2,5‰
доњи ток 1,3‰

3.Хидро – метеоролошка служба

Кишомерне станице у сливу реке Топлице почеле су рад 1924 године и то само две: Прокупље и Куршумлија. Постепено мрежа се појачавала тако да је 1935 године ово подручје имало пет кишомерних станица и то:

Куршумлија (1924), Прокупље (1924), Блажево (1925), Петровац (Топлички) (1927) и Белољин (1935)

Данас у Топлици раде 27 кишомерних станица од којих 17 је основао Одбор за уређење Долине.

Водомерне станице. Ова служба почиње на Топлици 1924 године успостављањем водомера у Дољевцу, нешто касније почињу осматрања водостаја у Прокупљу (1929), а 1935 године на овом подручју раде четири водомера:
Дољевац (1924), Прокупље (1929), Куршумлија (1935) и Пепељевац (1935).

Хидрометријска мерења протока до почетка студија за уређење Топлице 1951 године вршена су врло ретко и најчешће при ниским водама, а било их је свега (19).

У раздобљу од 1951-1953 године вршена су серијска повремена мерења на местима предвиђеним за веће објекте и на хидрочворовима ради добијања коефицијената расподеле воде на саставне делове слива.

Систематска мерења почела су крајем лета 1953 године на 12 водомерних станица, које су све биле постављене на местима будућих водојажа и захвата воде.

Извршење овог посла и контролу од тог доба врши Техничко одељење Одбора за уређење Топличке Долине у Куршумлији, до успостављања огледног слива Горње Топлице.

Истовремено са мерењима протока 1. октобра 1953 год. прорадило је 16 нових кишомерних станица које су са 9 постојећих СУХМС-е могле дати сигурне податке о расподели падавина и отицајним коефицијентима у хидролошкој 1953/54 години.

Од 12 постављених водомерних станица 4 су водомерне летве у природном профилу већих река, а осталих 8 израђене су као ниски прагови са широком хоризонталном круном, водећи рачуна да при сваком водостају прелив остаје хидраулички слободан, како би могли, пошто одредимо коефицијент бочне контракције, добијати за овакав праг "Топличког типа" рачунским путем довољно тачне вредности за проток.

Преливи су радили 1953/54 године беспрекорне са малим чишћењим и оправкама које су се углавном сводиле на појачавања слапишта.

Касније су успостављена још 4 нова прелива на делу средње Топлице на рекама које се формирају на источним падинама Јастребца.

4.Наставак радова са израдем техничке документације

Радови на припреми прикупљања хидрометеоролошких података су омогућили да се у

наредној хидролошкој години 1953/54год. сагледају услови и отицање вода.

Поред тога метеоролошка станица у Куршумлији је попуњена кадровски са сталним дежурством и опремљеношћу заједно са зградом.

На основу прикупљених података заједно са другим подлогама су обезбеђени услови и израђен је основни пројекат водопривредног уређења "Топличке долине" у 1955 год.

Овај пројекат представљао је крајњи технички напор, да се на трасирана поља Топлице и Добрича обезбеди и доведе вода за време лета, јер је она недостајала да би се на њима добијала богата жетва.

Задатак пројектаната је био врло деликатан, обезбедити воду тамо где је то до тада изгледало немогуће.

Узевши у обзир да пројекат решава целокупну водопривреду једног краја и посматрајући функционалну рационалност објекта са његовом величином, коју треба да снабдева водом и енергијом, у целини је добио посебну пажњу и оцене од стране свих комисија и институција Републике Србије.

Прегледна корита – хидролошке службе за водопривредно уређење Топличке долине – илустративно јасно указује какве су све припреме извршене, да би се добио одговор о билансу вода и временској расподели.

Наступио је период за даље радове и тражење организационих форми као и опремању слива.

Савезни Хидрометеоролошки Завод, је овако прпремљен слив прихватио да се стара о њему, проглашавајући га за огледни.

То је територија узводно од в.с. Пепељевац на реци Топлици.

Површина Слива је 986 км^2 , који обухвата три највећа тока и то реке Топлицу, Бањску и Велику Косаницу.

Прво је уграђен лимниграф на в.с Пипељевац, са жичаром и корпом да се може мерити количина воде при свим водостајима. После тога је то урађено за реку Топлицу на в.с "Доњи Селова" затим "Магово". У том хидро чвору је и река Луковска у Марћезу. Даља проширења су обухватила реку Бањску в.с Куршумлија и Велику Косаницу-в.с Висока.

Осматрање отицања воде на делу огледног слива је вршено преко 6 в.с, са комплетном опремом да се на њима може мерити проток у сваком времену.

Почетком 1957 год., се формира Топличка водна заједница са седиштем у Куршумлији. Њен задатак је да се стара и настави радове техничког одељка формираног при Одбору за уређење слива Топличке долине.

Извођени су радови на регулацији река, затим припреме и подлоге за проучавање објеката и система за наводњавање са низом других програма и задатака.

Остварена је потпуна сарадња између стручњака С.ХМ завода који је преузео старање о огледном сливу и Топличке водне заједнице са испомагањем и координацијом радова.

У зону акумулације селова, ради климатолошка станица са испаритељем са водене површине класе А и два поља са комплетном опремом за мерење ерозије односно ерозионих процеса.

Рад и старање за хидрометеоролошку службу у Топлици, реорганизацијом се стара Републички Хидрометеоролошки завод – до данашњег дана.

И даље постоји присна сарадња у томе Д.П. за водоснабдевање подручја Топлице и Ниша "Селова" као инвеститора на изградњи акумулације селова.

5. Шта су омогућили хидрометеоролошки подаци за слив Р.Топлице

Посматрајући и активно учествујући у описаним радовима од првих дана 1950 год., када смо приковали прву водомерну летву на в.с Доња Селова и првих мерења, па касније кроз проучавање и друге акције пројектаната и инвеститора, покушаћемо да то прикажемо кроз следеће:

1951-год. Дипломски рад- Мелорација "Топличке Долине" – Миодраг Дедић

1953-год. Кратак приказ целокупног водопривредног уређења Топличке Долине. Студија је указала на целокупно уређење долине са привредним значајем пројекта, обимом радова и друга усмерења и значај.

1955-год. Основни пројекат водопривредног уређења Топличке долине.

1954-1960.год. Више дипломских радова на грађевинском, пољопривредном и рударско геолошком факултету у Београду. Више малих

Хидроцентрала за осветлење и мање погоне у горњем току реке Топлице.

1955-1960.год. Више пројеката за регулацију реке Топлице и притока, са изведеним радовима.
Податке за бројна пројектовања за потребе индустрије, пољопривреде, водоснабдевање и др.

1959-год. пет хидромелиорационих система – наводњавања у површини од око 10000ха. (Гргуре, Блаце, Облачина, Крајковац и Плочник).

1960-год. Идејни пројекат Хидроцентрале "Барбатовац" са наводњавањем нето површина од 30000 ха, у средњој Топлици и Добричу.
Изградњом предњег пројекта акумулација "Селова" је добила коначну величину језера и коте са вођењем воде правцем Селова-Барбатовац-Блаце-Прокупље-Мрамор- за наводњавање средње Топлице и Добрича.
Производња енергије у ХЦ Барбатовцу- од око 27 мил. kwh.

1964-1965.год. Програм за уређење слива Мораве 1956-1985.год. који се односио на део Топлице.
Коришћење података за формирање и планирање објеката у суседним сливовима.

1967-год. Израду главног пројекта акумулације "Селова".

1960-1986.год. Израда више студија и главних пројекат и њихова реализација за водоводе и акумулација Крајковачке реке, Облачина, Бресничке реке, Придворице, Бумбурека, Растовнице и др.
- Више пројеката за уређење бујичних токова.
- Главне пројекте и радове за реку Топлицу и притоке на целој територији Топлице.
- Студије и друга решења за снабдевање водом насеља у Топлици и Нишу.

1986-год. Новелирање главног пројекта акумулације Селова, са коришћењем воде за потребе водоснабдевања у Топлици и Нишу.

1991-год. Студија водопривредних проблема слива реке Топлице на територији С.О: Куршумлија.

1993-год. Студија- Коришћења вода реке Топлице из система "Селова" тунелским доводом на потезу Селова-Барбатовац са променом локације уређаја за пречишћавање воде.

Сматрамо да са побројаним пројектима, је највише указано на значај података за привредни развој Топлице у целини па и више.

У погледу истражености Огледног слива реке Топлице у иновираном главном пројекту даје се следећа оцена.

"Обзиром на извршени обим и квантитет хидролошких истраживања и расположиве документације о протицајима реке Топлице на профилима хидролошких станица обезбеђује високи квалитет података о протицајима за профил бране "Селова" уз напомену, да они одговарају и захтеванимстандардима главног пројекта."

На крају овог поглавља треба указати да са обиљем хидролошко метеоролошким подацима може се добити огромна рационалност у погледу пројектовања и рационалности решења.

На примеру Топлице и система за наводњавање од првобитног решења са бројним мањим објектима и више пумпних станица, дошло се до решења да се то може постићи са једним објектом односно концентрацијом на једном месту. То решење се не заснива за потребе наводњавања на бројне захвате и пумпне станице, већ каналом преко кога се може да допреми вода до свих потрошача гравитацијом које је решење дато идејним пројектом и инвестиционим пројектом Х.Ц. Барбатовац из 1960год.

Закључак

Значај хидролошко метеоролошких података у планирању водопривредних објеката је огроман. Њихова обимност и бројност омогућавају сагледавање више могућих решења, односно њихово свођење на оптималну меру кроз сагледавање како појединих потреба тако и налажење одговарајућих решења.

Огледни слив односно његови подаци су омогућили да се сагледа проблематика за водом од свих потрошача привреде, становништва и пољопривреде до сагледавања решења, са избором одговарајућих објеката.

Посебно се истиче та могућност код усклађивања потрошње воде за потребе наводњавања и водоснабдевања кроз могућности доградње односно проширења кроз коришћење објекта у целини од пробног погона до планираног рока- односно усклађењем могућности са потребама за планирани век трајања-коришћења.

МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ У ФУНКЦИЈИ РАЗВОЈА МЕТЕОРОЛОШКЕ НАУКЕ

ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА У БЕОГРАДУ И ИНДЕКСА СОЛАРНО ГЕОМАГНЕТСКЕ АКТИВНОСТИ У ПЕРИОДУ 1958 - 1996. ГОДИНЕ

Споменко Ј. Михајловић, Миодраг Обрадовић,
Геомагнетски институт Гроцка
Мирослав Старчевић
Рударско Геолошки факултет у Београду
Владимир М. Димитријевић, Александар Опра
Републички хидрометеоролошки завод Србије

ABSTRACT

The results of different solar - climate researches show that relation between changes of solar geomagnetic activity indices and changes of climate parameters (air temperature, humidity, precipitation) exist with at Sun's cycles.

In this work, the relation between changes of solar geomagnetic activity indices on Observatory Grocka and distribution of air temperature in Belgrade enviroment in the period 1958 - 1996. is shown.

Changes of these parameters can be seasonal, annual or longrange, which exist 11 or 22 years. The changes structure of solar geomagnetic activity indices and air temperature is different in each of exemined Sun's cycles. Dominant period at distribution of air temperature in seasons and years of minimum, or maximum solar geomagnetic activity is isolated and interpreted.

РЕЗИМЕ

Резултати различитих соларно-климатолошких испитивања показују да постоји повезаност између промена индекса соларно-геомагнетске активности и промена климатолошких параметара (температура ваздуха, влажност, падавине...) у сунчевим 11-годишњим циклусима.

У овом раду је приказана веза између промена индекса соларно-геомагнетске активности на Опсерваторији Гроцка и расподеле температура ваздуха у околини Београда, у периоду 1958 - 1996 године.

Промене наведених параметара могу бити сезонске, годишње, или дугопериодичне, које трају 11 или 22 године. Структура промена индекса соларно-геомагнетске активности и промена температуре ваздуха је различита у сваком од испитиваних сунчевих циклуса. Издвојене су и интерпретиране доминантне периоде у расподели температуре ваздуха у сезонама и годинама минималне, односно максималне соларно-геомагнетске активности.

1. УВОД

Сунчева активност у знатној мери утиче на особине горње атмосфере. То се објашњава варијацијама јачине сунчевог ултраљубичастог зрачења, које пада на Земљу. Промене јачине корпускуларног, нарочито сунчевог ветра, изазивају промене атмосферских параметара. Као допуна атмосферским варијацијама, које су повезане са променама интензитета ултраљубичастог зрачења у сунчевом циклусу, јављају се варијације које се могу довести у везу са променама геомагнетске активности. Резултати многих испитивања указују да се за време геомагнетске буре дешава тренутни пораст температуре и густине атмосфере, у зони ауроре. Енергија поремећаја се приближно 7 сати "предаје" нижим ширинама. Експериментално је доказано да реакција атмосфере на геомагнетске поремећаје "касни" за 7.2 ± 0.5 сати, на ширини око 25° и за 5.8 ± 0.5 сати, на ширини 65° ***(Иванова, 1981.).***

У литератури се наводе резултати истраживања густине и температуре атмосфере, у време регистрације интензивних геомагнетских поремећаја. Понашање температуре, при различитој соларно-геомагнетској активности, није било једнообразно, иако у већини случајева геомагнетски поремећаји изазивају

повећање температуре горње атмосфере ***(Герман, Голдберг, 1981.).***

Истраживања показују да се температура мења у зависности од интензитета сунчевог зрачења, на таласној дужини 10,7 cm (означено је индексом F 10,7) на висинама 80-51 km. Време кашњења између повећања интензитета зрачења F 10,7 и повећања температуре мезосфере, износило је око једног дана.

Веома су инетресантни резултати соларно-климатолошких истраживања, која се односе на ниже слојеве атмосфере. Испитивања показују да је вероватноћа појављивања сушних периода у области Западног Сибира, у периоду од 1891. до 1972. године била изражена у годинама минималне сунчеве активности. Количина падавина у области Западног Сибира, у наведеном периоду испитивања, је достизала максималне вредности за две године, у односу на годину која је била одређена као максимум сунчеве активности (у овим испитивањима сунчева активност се изражава Вулфовим бројем, или релативним индексом сунчеве активности R_i). Минималне количине падавине, у области Западног Сибира, су регистроване у шестој години, у односу на годину максималне сунчеве активности, односно, то су биле године минималне сунчеве активности ***(Казимировскиј, 1976.).***

Једанаестогодишњи циклус у расподели температуре ваздуха, био је запажен изнад Централне Енглеске, Северне Америке, затим у расподели зимске температуре ваздуха у околини Токиа итд....Резултати многих соларно-климатолошких испитивања, показују да је 22-годишњи циклус више изражен у атмосферским процесима, него 11-годишњи ***(Миловановић ,1991.).***

Зато је корисно цитирати: ... "да ефекти сунчеве ерупције, који условљавају и магнетне буре, настају кроз неколико часова после појаве сунчеве ерупције, продужавају се у виду одређеног типа деловања у току један до три дана и изазивају, такве промене у атмосфери које се затим развијају у одређеном правцу. Затим кроз 2 до 4 дана, настаје одређени тип циркулације, који изазива велики број међусобно повезаних атмосферских појава..."(Маккормак ,Селиги, 1982.) У прилог наведеним наводима може се дати и следећа констатација... " да ефекат сунчеве ерупције иницира и подстиче појаву блокирања зоналне циркулације. Узимајући у обзир знатну стабилност блокирајућих система, то произилази да једна сунчева ерупција може условити утицај на атмосферу у трајању од неколико недеља мада њено стварно деловање на атмосферу траје свега неколико часова..." (Маккормак ,Селиги, 1982.)

На Геомагнетској опсерваторији Гроцка, урађена је анализа морфологије и структуре варијација индекса геомагнетске активности, у периоду од 1958 - 1996. године. Резултати испитивања указују на сложен спектар варијација које су биле регистроване у периоду испитивања, 19 - 22 сунчевог циклуса. Издвојене су и интерпретиране варијације геомагнетске активности, од сезонских (са периодом од око 6 - 8 месеци), до оних дугопериодичних, које трају око 11 или 22 године.

Резултати ових испитивања су упоређени са расподелом температуре ваздуха, у околини Београда, у периоду од 1958 - 1996. године.

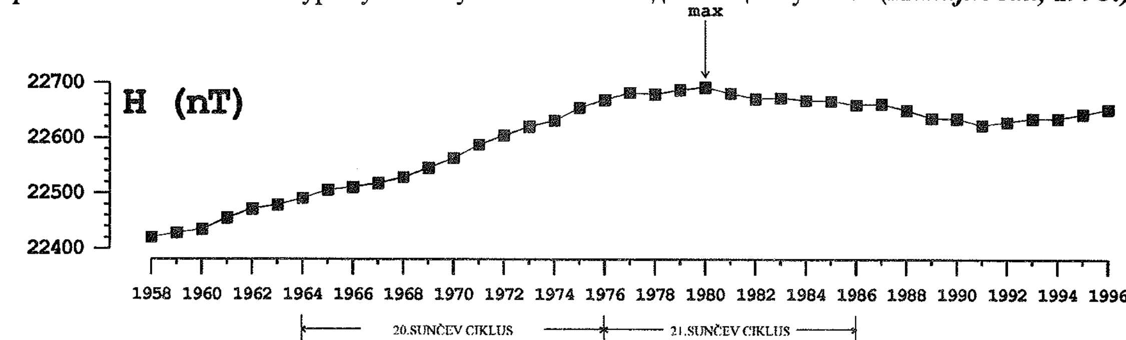
2. ПРОМЕНЕ ИНДЕКСА ГЕОМАГНЕТСКЕ АКТИВНОСТИ НА ОПСЕРВАТОРИЈИ ГРОЦКА, У ПЕРИОДУ 1958-1996. ГОДИНЕ

На Геомагнетској опсерваторији Гроцка, урађена је анализа структуре варијација елемената геомагнетског поља, у периоду 1958 - 1996. године. Посматране су промене средње годишњих вредности елемената геомагнетског поља и индекса соларно-геомагнетске активности, у 19, 20 и 21. сунчевом циклусу. У променама интензитета хоризонталне компоненте геомагнетског поља (H или X компонента) доминантна је периода од 22 године (слика 1.) У променама индекса соларно-геомагнетске активности, у периоду од 1958 - 1990. године, изражене су периоде од око 11 година. То су основне, карактеристичне промене, које дефинишу соларно-геофизичке процесе у сунчевим циклусима. Треба навести да су екстремне вредности промена индекса соларно-геомагнетске активности у времену, фазно померене за око 12-16 месеци, у односу на максимум, или пак минимум, сунчеве активности. Редни бројеви испитиваних сунчевих циклуса (20, 21), године максималне (M) и минималне (м) сунчеве и геомагнетске активности су означени на слици 2.

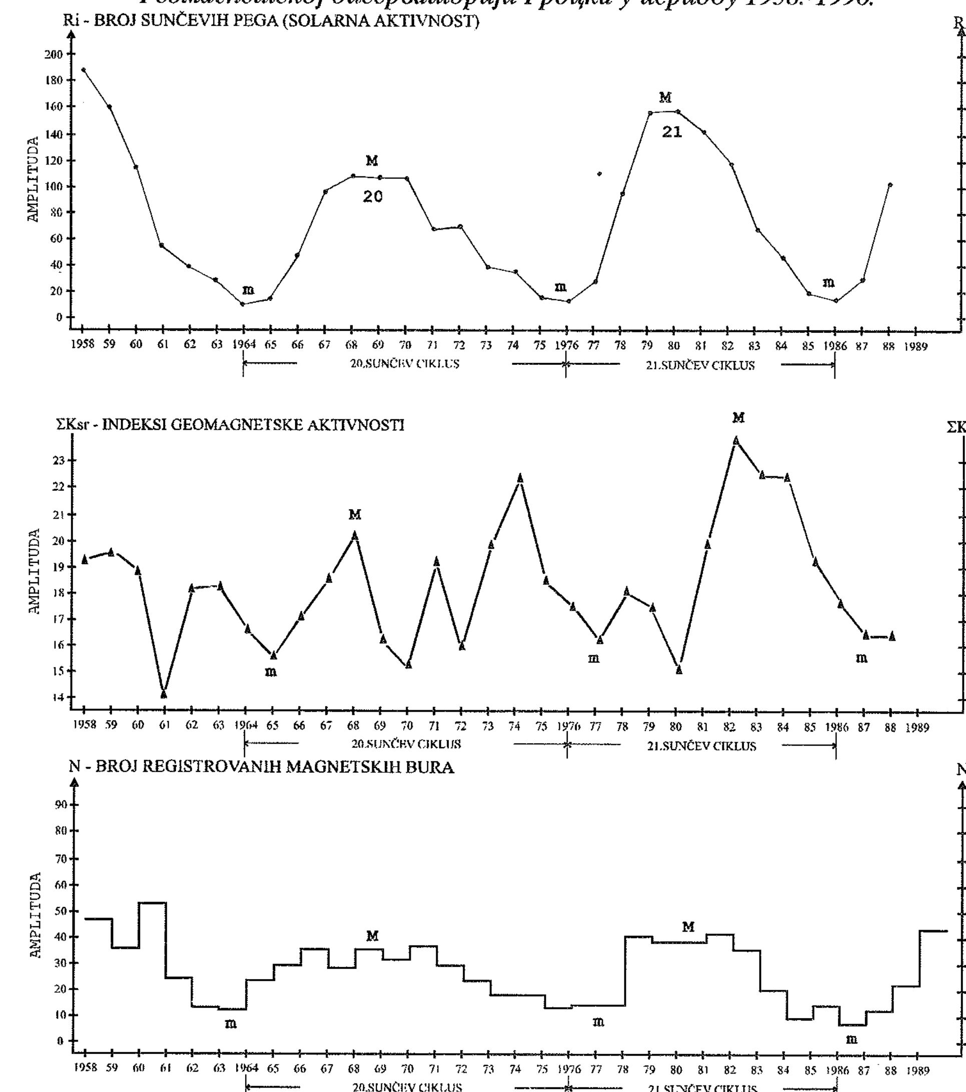
Међутим, у испитивањима динамике и структуре соларно-геофи-зичких процеса, геомагнетска активност се изражава месечним вредностима броја регистрованих магнетских бура

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

(фреквенција појављивања магнетских бура). Месечне вредности фреквенције броја појављивања магнетских бура показују зависност од сунчеве активности. Максималан број регистрованих магнетских бура у 20. сунчевом циклусу био је у јулу 1970. године (9 магнетских бура), а у 21. сунчевом циклусу, то је било у јануару 1980. године (5 магнетских бура). То су године максималне сунчеве активности у наведеним циклусима ***(Михајловић, 1993.).***



Слика 1. Промене годишњих вредности хоризонталне компоненте геомагнетског поља (H) на Геомагнетској опсерваторији Гроцка у периоду 1958.-1996.

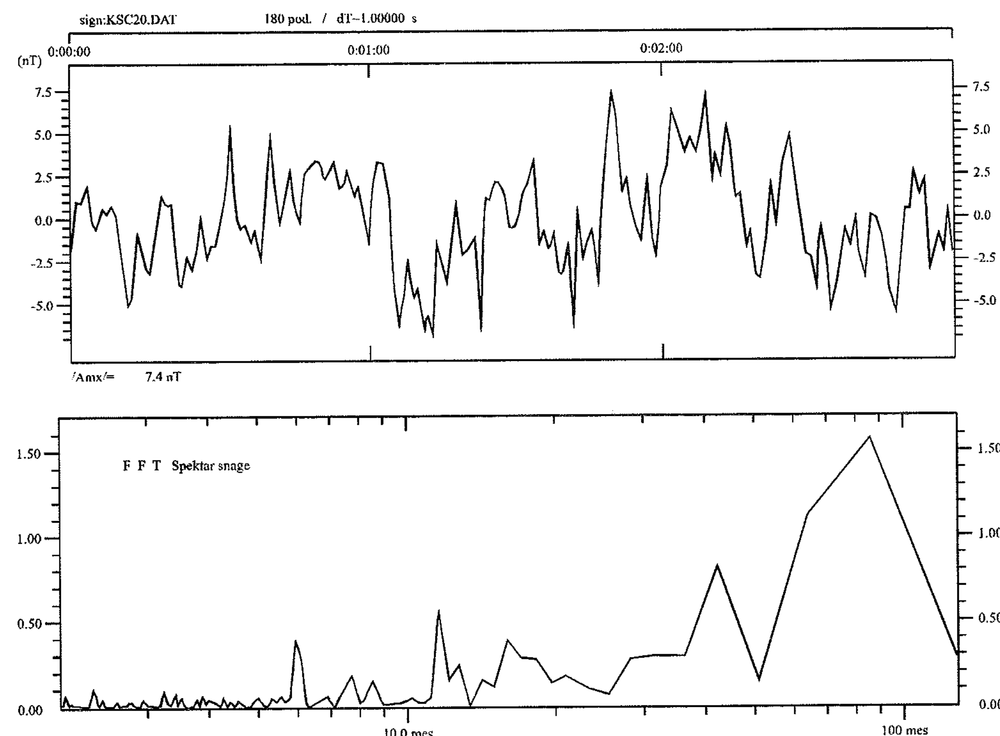


Слика 2. Промене месечних вредности индекса соларно-геомагнетске активности и броја регистрованих магнетских бура на Геомагнетској опсерваторији Гроцка у периоду 1958.-1990.
M - године максималне сунчеве активности
м - године минималне сунчеве активности

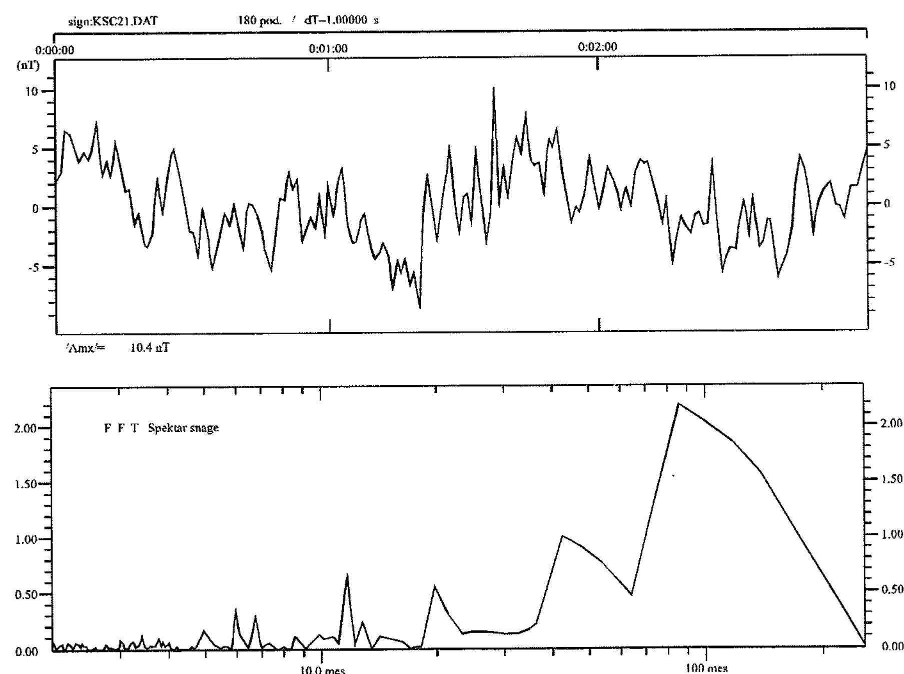
Поред анализе промена средње годишњих вредности, урађена је анализа средњемесечних вредности индекса соларно-геомагнетске ак -

ивности, регистрованих на Опсерваторији Гроцка, у периоду 1958 - 1990. године.

Према тим испитивањима, морфологија дугопериодичних промена индекса соларно-геомагнетске активности је одређена периодом од $T_1 \approx 11.9 \pm 0.1$ година, у 20. сунчевом циклусу и $T_2 \approx 10.4 \pm 0.1$ година, у 21. сунчевом циклусу ***(Михајловић, 1993.).***



Слика 3.а Структура спектра секуларне варијације индекса геомагнетске активности у 20. сунчевом циклусу на Геомагнетској опсерваторији Гроцка



Слика 3.б Структура спектра секуларне варијације индекса геомагнетске активности у 21. сунчевом циклусу на Геомагнетској опсерваторији Гроцка

На слици 3. приказана је структура спектра дугопериодичне (секуларне) варијације К индекса геомагнетске активности, регистрованих на Опсерваторији Гроцка, у периоду 1958 - 1990. године. Структуру спектра секуларних варијација К индекса геомагнетске активности одређују промене са периодама од $T_1 = 102.4$ месеца. Ако се посматра структура спектра секуларне варијације К индекса у 20. сунчевом циклусу (Слика 3.а), могу се издвојити промене са периодама $T_1 = 6.0$ месеци (сезонске промене), затим промене које трају око $T_2 = 11.6$ месеци.

У делу спектра са дугопериодичним променама К индекса геомагнетске активности доминирају периоде $T_3 = 42.7$ и $T_4 = 85.3$ месеца. У спектру секуларне варијације К индекса геомагнетске активности , у 21. сунчевом циклусу, постоји утицај сезонских промена са периодама $T_1 = 6.0$ - 6.8 месеци (Слика 3б). Поред ових промена, у спектру варијација, издвојене су периоде $T_2 = 11.6$ месеци, $T_3 = 19.7$ месеци $T_4 = 42.7$ - 51.2, и $T_5 = 85.3$ месеца.

3. ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА У БЕОГРАДУ, У ПЕРИОДУ 1958 - 1996. ГОДИНЕ

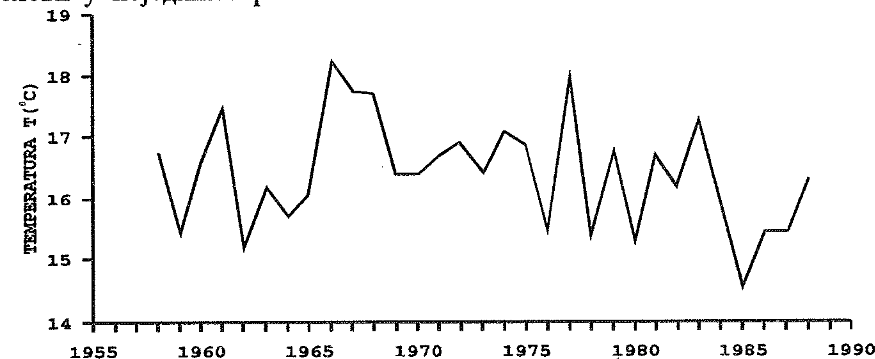
Новија научна истраживања су била усмерена на изналажење и утврђивање корелационих веза између једанаестогодишњих циклуса сунчеве активности и промена основних метеоролошких елемената (температура, притисак, падавине и грмљавински процеси), као и глобалних типова циркулације атмосфере. Према радовима (**Маккормака и Селиги 1982.**), наводи се да при смањењу сунчеве активности, односно на силазној грани сунчевог циклуса доминира зонална циркулација, а на узлазном краку сунчевог циклуса доминира меридијална циркулација. У зависности од тога која циркулација доминира, биће дефинисани различити климатски услови у појединим регионима на Земљи. Тумачења утицаја процеса на Сунцу, односно космичких процеса у спектру сунчевог зрачења на атмосферу указују на постојање периодичних промена које се могу кретати од неколико дана до више хиљада година. Периоди знатно краћи али не мање значајни, ефекти промена сунчеве активности могу да се односе на:

- промене услова образовања грмљавинских процеса на вишим географским ширинама (50-60 ° г.ш.);
- промене циклонске и антициклонске циркулације у хемисферским размерама;
- промене у интеракцији стратосфере и тропосфере (**Гирс , Маккормака и Селиги 1960.**).

Резултати испитивања соларно-геофизичких процеса и промена атмосферских параметара, указују на постојање карактеристичних, доминантних периода и варијација у структури атмосферских параметара. Могу се издвојити промене у расподели температуре ваздуха, од сезонских, годишњих, до оних које имају периоде једног или два сунчева циклуса.

На слици 4. приказане су промене средње годишњих вредности температуре ваздуха, у периоду 1958 - 1990. године. У расподели средње годишњих врдности температуре ваздуха у Београду, доминира периода од око 22 године (одређена је минималним вредностима забележеним 1962., односно 1985. године).

Резултати анализе сезонских промена средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду приказани су на слици 5. (максималне средњемесечне вредности температуре ваздуха - (T); минималне средњемесечне вредности температуре ваздуха (t)).

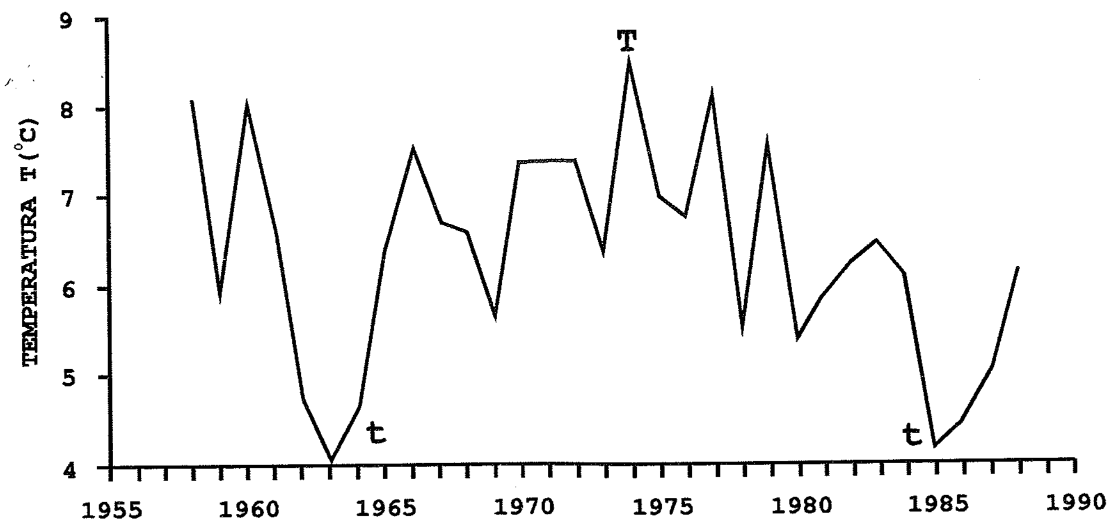


Слика 4. Промене средње годишњих вредности температуре ваздуха у периоду 1958.-1990. године у Београду

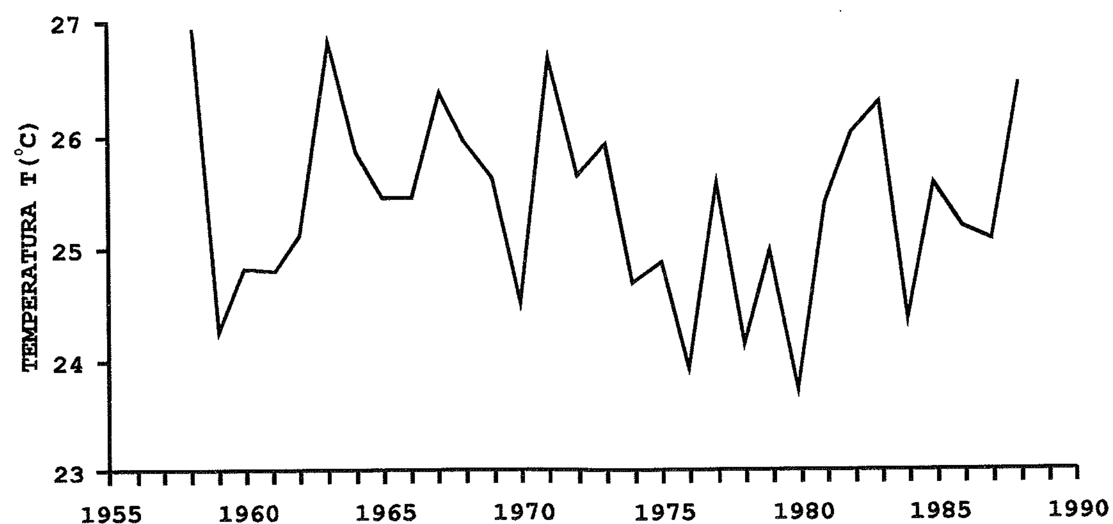
На слици 5.а, приказана је расподела средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у сезони зима (новембар, децембар, јануар, фебруар). У зимској сезони, доминира промена са периодом од 22 године, која је одређена са два минимума 1963. и 1985. године.

У летњој сезони (мај, јуни, јули, август) карактеристична је дугопе-риодична промена од 22 године (Слика 5.б) и одређена је са минималним вредностима регистрованим 1959. и 1980. године.

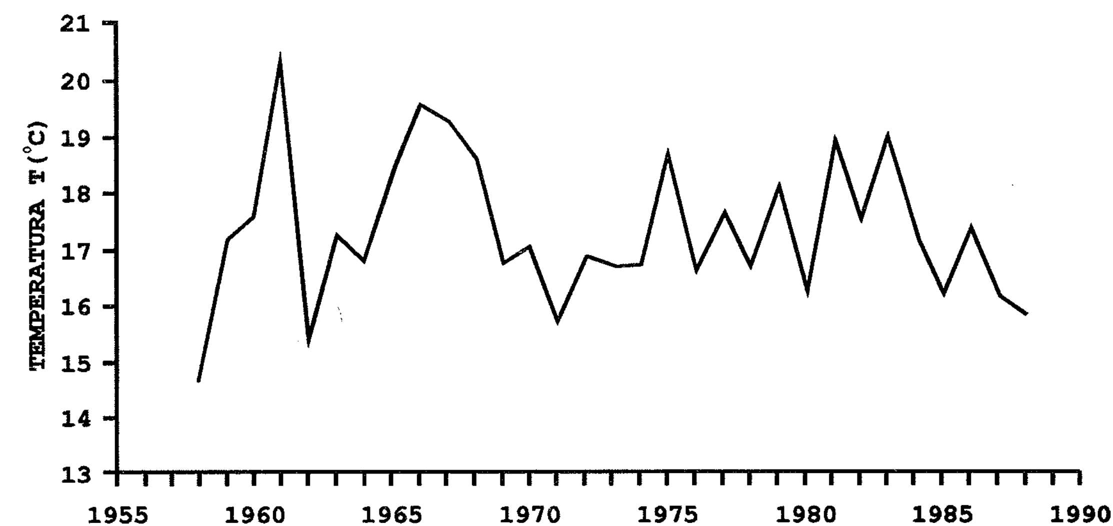
Расподела температуре ваздуха у Београду, у испитиваном периоду, у сезони равнодневице, приказана је на слици 5.ц. У сезони равнодневице (март, април, септембар, октобар), доминира дугопе-риодична промена, која је одређена са минималним вредностима температуре ваздуха, забележеним у 1962. и 1985. години.



Слика 5.а Расподела средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у сезони зима, у периоду 1959.-1990. година
Т - године максималних средњемесечних вредности температуре ваздуха
т - године минималних средњемесечних вредности температуре ваздуха



Слика 5.б Расподела месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у сезони лето, у периоду 1959.-1990. година



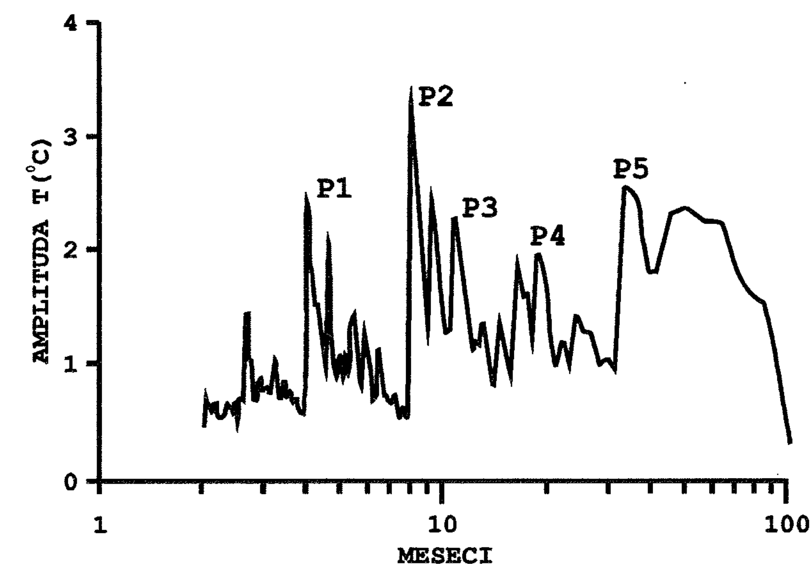
Слика 5.ц Расподела месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у равнодневници, у периоду 1959.-1990. година

Минималне вредности средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у зимској сезони, забележене су у годинама минималне соларно-геома-гнетске активности (1964 и 1985. година). Минималне вредности температуре ваздуха, у сезони лето, биле су регистроване у годинама максималне соларно-геомагнетске активности (1959. и 1981. године).

Приказани резултати испитивања расподеле средње годишњих и средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду, у периоду од 1958 - 1990. године, указују на постојање дугопериодичне промене, која има периоду око 22 године.

На слици 6. приказан је спектар промена температуре ваздуха у Београду у периоду 1958.-1990. године.

У спектру промена температуре ваздуха у Београду, у периоду од 1958.-1990. године издвојене су сезонске промене са периодом P_1 = 4-8 месеци, затим годишње промене P_3 = 12 месеци. Поред ових, издвојене су промене које имају периоду од P_4 = 16 - 19 месеци. У дугопериодичном делу спектра, доминантна је промена у расподели температуре ваздуха, са периодом P_5 = 36 месеци.



Слика 6. Спектар промена температуре ваздуха у Београду, у периоду 1958.-1990. година (20 и 21 сунчев циклус)

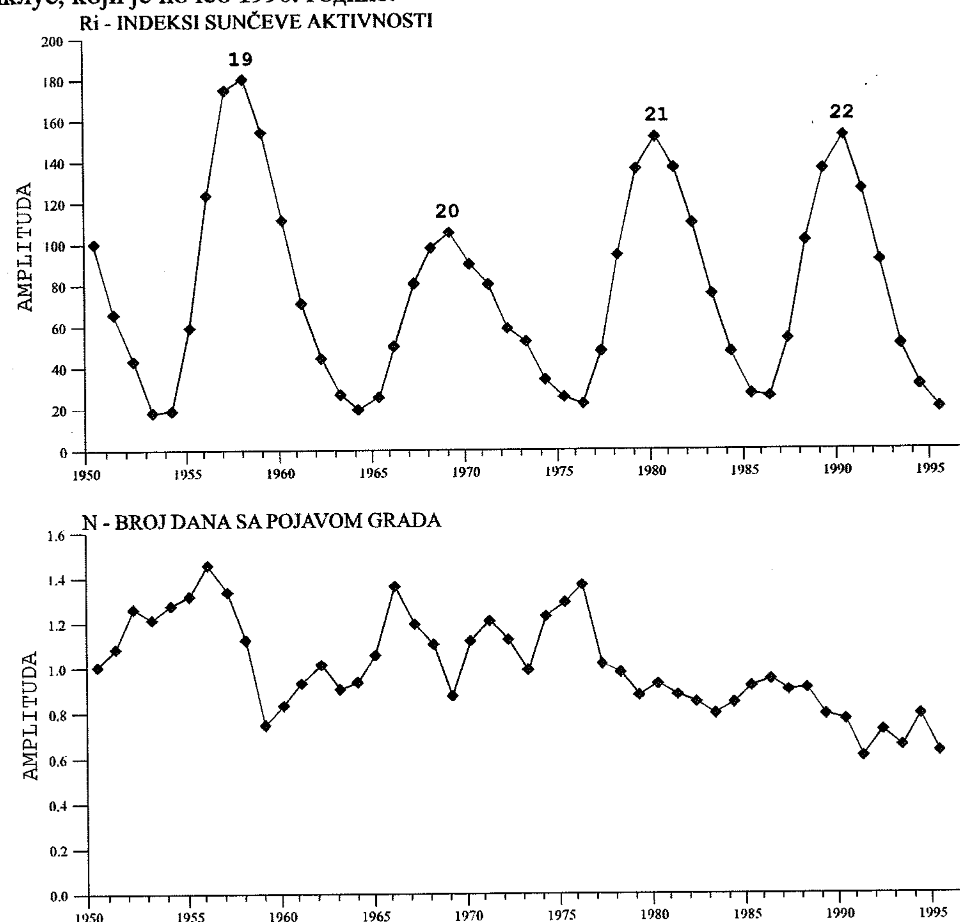
4. СОЛАРНО ГЕОМАГНЕТСКА АКТИВНОСТ И БРОЈ ДАНА СА ГРАДОМ У БЕОГРАДУ У ПЕРИОДУ 1949-1996. ГОДИНЕ

Испитивања наведена у (**Маккормака и Селиги 1982.**) указују на повезаност промена сунчеве активности и 22-годишње расподеле регионалних суша у западном делу Америке. Познато је постојање 22-годишњих циклуса сунчевих пега (Хејлови циклуси). Ови циклуси утичу на орјентацију међупланетарног магнетног поља. Наиме, код трајања парних циклуса сунчеве активности линије сила међу0-планетарног магнетног поља су усмерене од Земље ка Сунцу, а код непарних смер је обрнут. У току трајања непарних циклуса сунчеве активности дешавају се знатно "бурнији" процеси у атмосфери. Тренутно траје 23 сунчев циклус, који је почео 1996. године.

На слици 7. приказане су трогодишње средине индекса соларне активности Ri и броја дана са градом N за сезону април-октобар. Резултати анализе показују да постоји фазни помак екстремних вредности криве индекса соларне активности и средњег броја дана са градом, и то:

- у 19. циклус максимум броја дана са градом фазно је померен за две године у односу на минимум индекса соларне активности ,а минимум броја дана у овом циклусу има фазни помак од две године у односу на максимални индекс соларне активности.

- максимум броја дана са градом у 20. сунчевом циклусу јавља се две године после минимума, а минимум броја дана са градом јавља се једну годину после максимума.



Слика 7. Расподела трогодишњих вредности индекса сунчеве активности и броја дана са појавом града у сезони април-октобар, у Београду, у периоду 1949.-1995. године (19, 20, 21, 22 - сунчеви циклуси)

Такође, у овом циклусу јавља се секундарни максимум броја дана са градом у доносу на други минимум индекса соларне активности овог циклуса. Други минимум броја дана са градом јавља се 5 година после максимума индекса соларне активности;

- у 21. сунчевом циклусу максимум броја дана са градом поклапа се са минимумом вреднсоти индекса соларне активности. Први минимум броја дана са градом је фазно померен за 4 године у односу на максимум вредности индекса соларне активности, а други

минимум поклапа се са макисмумом вредности индекса соларне активности;

- у 22. сунчевом циклусу издвојен је један максимум и минимум броја дана са градом. Максимум броја дана са градом поклапа се са минимумом индекса соларне активности, а минимум је фазно померен за две године у односу на максимум индекса соларне активности.

За објашњење појаве, да је крива броја дана са градом у супротној фази са кривом активности сунца (сл. 7) постоји хипотеза о утицају космичког галактичког зрачења, које је такође у супротној фази са кривом сунчеве активности. Наиме, космичко галактичко зрачење високе енергије, деловањем на атмосферу, условљава образовање језгара кристализације изнад нивоа утицаја језгара кристализације која потичу са површине тла (>8км).

5. ЗАКЉУЧАК

Резултати спектралне анализе индекса соларно-геомагнетске активности, у периоду од 40 година, на опсерваторији Гроцка, указују на постојање сезонских, годишњих и дугопериодичних промена. Трајање дугопериодичних промена индекса соларно-геомагнетске активности је различито у испитиваним сунчевим циклусима.

Поред тога, у спектру промена средње месечних вредности температуре ваздуха у Београду у периоду (1958-1990) три сунчева циклуса (19, 20, 21), могу се издвојити сезонске, годишње и дугопериодичне промене. Трајање дугопериодичних промена температуре ваздуха је различито у посматраним сунчевим циклусима и иде од P_4=36-52 месеца.

Анализа дугопериодичних промена индекса соларно-геомагнетске активности на опсерваторији Гроцка и промена температуре ваздуха у Београду, допуњена је још једним параметром који дефинише, одређује сложену структуру и динамику атмосфере. То је фреквенција појављивања дана са градом у сезони април-октобар. Показано је да је фреквенција појављивања града већа у годинама минималне сунчеве активности, у односу на године максималне сунчеве активности. Честина појаве града је већа у узлазној фази или грани успоставе максимума сунчеве активности у циклусу (то су године које предходе максималној сунчевој активности) у односу на године силазне фазе или на грани успоставе минималне сунчеве активности у циклусу. Промене индекса геомагнетске активности су фазно померене у односу на сунчеву активности од 12-18 месеци. Због тога се промене параметара структуре и динамике атмосфере, сложена временска стања и ситуације, могу посматрати и доводити у везу са сложеним соларним-геофизичким процесима у систему Сунце-Земља. Веома брзо ће анализа промена индекса соларно-геомагнетске активности наћи примену у различитим областима метеоролошких испитивања.

ЛИТЕРАТУРА

Герман Л.Д., Голдберг,Р.А.,1981: Солнце, пагода и климата. Гидрометеоиздат, Ленинград.
Гирс А.А. 1960: Основи долгосрочних прогнозов погоди, Ленинград, стр. 159-171.
Иванова, И.Н.,1981.: Влиание солнечној активности и геомагнитних восмушченија на атмосферу. Метеорологија верхнеи атмосфери Земли, Гидрометеоиздат, Ленинград.
Казимировскиј,Е.С.,1976: Измерение дрејфов в Е и F областјах јоносфери и значение их дл'ја физики јоносфери, Физика Солари-Терестрис ,1,67,1976.
Маккормак Б., Селиги Т., 1982: Солнечно - Земле свази, погода И климат; стр. 13-15, 290-293,152-171.
Миловановић Ж.,1991.: Сезонски циклус јоносфере, атмосфере и геомагнетске активности. Електротехника,
Но.40. 5-6,пп.400-404.
Михајловић,Ј.С.1993.:Спектрална анализа секуларних варијација и магнетских бура на Геомагнетској опсерваторији Гроцка, Рударско-геолошки факултет- Београд, 1-153, Београд.
Михајловић,Ј.С. М. Старчевић. 1994.: Утицај геомагнетско-соларне активности на атмосферу, Зборник радова RGF, св. 32/33, 346 - 351, Београд, 1994.

ПРИМЕНА АЛЕКСАНДОРСОНОВОГ ТЕСТА ЗА ИСПИТИВАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ХОМОГЕНОСТИ ГОДИШЊИХ СУМА ПАДАВИНА

Др Мирослава Ункашевић и Мр Ивана Тошић

Физички факултет, Институт за метеорологију, Добрачина 16, Београд, Југославија

Abstract

The original time series of meteorological elements are often unsuitable for climate change studies, so the production of a consistent and homogeneous dataset is one of main goals. The standard normal homogeneity test is selected for precipitation homogeneity testing. This paper presents a summary of experience gained by testing annual precipitation sums from 24 Serbian series of 46 years.

Апстракт

Оригиналне временске серије метеоролошких елемената често нису подесне за проучавање климатских промена, тако да је продукција конзистентних и хомогених низова приоритетан задатак. За испитивање релативне хомогености годишњих сума падавина одабран је тзв. стандардан нормалан тест. У овом раду су приказани резултати добијени коришћењем поменутог теста за испитивање релативне хомогености годишњих сума падавина са 24 метеоролошке станице у Србији у периоду од 46 година.

Увод

Последњих година многи истраживачи почињу да посвећују пажњу испитивању вишегодишњих промена падавина, нарочито испитивању хомогености временских серија падавина (Potter, 1981; Buishand, 1982; Alexandersson, 1986; Karl и Williams, 1987). Наиме, утврђивање хомогености падавина је први корак у испитивању дугорочних флуктуација и промена падавина.

Још су 1950. године Conrad и Pollak дефинисали релативну хомогеност: "Климатолошка серија је релативно хомогена у односу на синхрону серију на неком другом месту ако односи падавина пара одговарајућих средњих вредности чини серију случајних бројева који се понашају по закону грешака". То значи да варијације средњих вредности падавина имају сличне тенденције изнад великих области. Међутим, ово је редак случај код дугорочних временских серија. Нехомогености могу да се јаве због премештања метеоролошке станице, промене инструмента, замене осматрача, промене у околној вегетацији итд. Према томе, историја сваке станице и тестирање хомогености су основна средства за утврђивање флуктуација и трендова временских серија падавина.
У метеоролошкој литератури су често за утврђивање релативне хомогености коришћени дво-параметарски тестови који су имали за циљ откривање промене у средњој вредности испитиваног параметра. Такав је тест Maronna и Yohaia (1978), који је Potter (1981) прилагодио за испитивање релативне хомогености вишегодишњих серија падавина. Последњих година је почео да се користи тзв. Стандардни нормални тест за испитивање хомогености (СНХТ) који је установио и први применио на утврђивање релативне хомогености вишегодишњих серија падавина Alexandersson (1986). Тест је касније прилагођен и за примену код других климатских проблема. Основни циљ овог рада је идентификација хомогених или нехомогених станица применом овог теста, тј. стандардног нормалног теста за испитивање релативне хомогености падавина.

2. Примењен поступак

Стандардни нормални тест за испитивање релативне хомогености вишегодишњих серија падавина (Alexandersson,1986) заснива се на претпоставци да је однос (коришћен код падавина) између вредности тестиране станице (тест станица) и околне станице (референтна станица) скоро константан са временом. Нехомогеност у једној

серији биће откривена помоћу систематске промене тог односа. Однос q у некој години i може бити представљен помоћу:

$$q_i = \frac{f(P_i)}{g(Q_{i,j})}, j = 1,2,\ldots,k_i \quad (1)$$

Овде f означава функцију од падавина P_i на тест станици, $Q_{i,j}$ су падавине на j-ој референтној станици, док је g функција од падавина на свих k_i референтних станица.

У овом раду су, према Alexandersson (1986), функције f и g дефинисане помоћу

$$f(P_i) = \frac{P_i}{\overline{P}}, \quad (2)$$

$$g(Q_{i,j}) = \frac{\sum_{j=1}^{k_i} V_j (Q_{i,j}/\overline{Q}_j)}{\sum_{j=1}^{k_i} V_j}, j = 1,2,\ldots,k_i \quad (3)$$

где су са $\overline{P}$ и $\overline{Q}_j$ означене средње падавине у посматраном периоду за тест и j референтну станицу, а са k_i укупан број референтних станица у i-тој години осматрања.

У једначини (3) V_j означава тежински фактор за референтну станицу j. У овом раду тежински фактор је рачунат као квадрат коефицијента корелације (ρ_j^2) између тест серије и j-те референтне серије:

$$q_i = P_i / \frac{\sum_{j=1}^{k_i} \rho_j^2 Q_{i,j} \overline{P} / \overline{Q}_j}{\sum_{j=1}^{k_i} \rho_j^2}. \quad (4)$$

Коефицијент ρ_j мора бити позитиван.

Идеалну референтну серију треба да чине подаци високог квалитета са оних станица на којима су варијације климе сличне варијацијама климе на тест станици. Број референтних станица треба да буде довољно велики да маскира сваку евентуалну нехомогеност у подацима. Оптималан број референтних станица зависи од густине мреже станица и од квалитета података. Тако су Hanssen-Bauer и Forland (1994) користили од пет до девет референтних станица за испитивање хомогености на територији Норвешке, док су Peterson и Easterling (1994) користили пет референтних станица у својим испитивањима релативне хомогености температуре мерене у глобалној мрежи станица. Наиме, основна идеја је била да се за референтне станице одаберу оне које су у најбољој корелацији са тест станицом.

Вишегодишње серије климатолошких података често садрже неколико прекида хомогености. Према Hanssen-Bauer и Forland (1994), серије са више од једног прекида хомогености треба одбацити, док је Alexandersson (1995) предложио да се тест за један прекид примени на два или више узастопних делова сложене серије.

Стандардизована серија z_i дефинисана је као:

$$z_i = (q_i - \overline{q}) s_q^{-1}, \quad (5)$$

где су $\overline{q}$ и s_q средња вредност и стандардна девијација величине q_i (Alexandersson, 1986).

Овде се претпоставља да за величину z_i важи нормалан закон расподеле, тј. средња вредност величине z_i је једнака 0, а стандардна девијација 1. На основу реченог можемо дефинисати следеће хипотезе:

H_0: Цела серија је хомогена. То значи да је сваки део серије нормално распоређен, тј. са средњом вредношћу једнаком 0 и стандардном девијацијом једнаком 1.

H_1: Серија је нехомогена. То значи да постоји нехомогеност у некој години m тако да првих m година стандардизоване серије има средњу вредност једнаку μ_1, док преостали део серије има средњу вредност једнаку μ_2. Стандардна девијација је једнака 1 у оба дела серије.

Параметар теста T се рачуна за сваку од могућих година промене у временској серији $(n-1)$, тј.:

$$T = a\overline{z}_1^2 + (n-m)\overline{z}_2^2, a = 1,2,\ldots,n-1, \quad (6)$$

где је $\overline{z}_1$ средња вредност параметра z у првих m година, док је $\overline{z}_2$ средња вредност у преосталом низу година $(n-m)$. Вредност m је година могућег прекида хомогености.

Максимална вредност параметра теста T у посматраној временској серији означена је са T_x:

$$T_x = \max\{T(m)\}, m = 1,2,\ldots,n-1. \quad (7)$$

Критичне вредности параметра теста T за нивое значајности од 5% и 10%, тј. T_{95} и T_{90} дате су код Alexandersson (1986). Овде претпостављамо да се нехомогеност јавља у оној години у којој максимална вредност параметра теста достиже или премашује критичну вредност T за већ поменуте нивое значајности.

3. Резултати и анализа

СНХТ је примењен на годишње суме падавина регистроване на 24 главне метеоролошке станице у Србији у периоду од 1926 до 1995 године заједно са историјом станица (слика 1).

У примени наведених тестова три до пет референтних серија је коришћено како би се редуковао утицај просторне промене и евентуалних нехомогености у референтној серији. Одабране су оне серије које су у најбољој корелацији са тест серијом водећи рачуна о географској расподели станица. Серије падавина се класификоване као нехомогене ако је задовољен један од следећих критеријума (Hanssen-Bauer и Forland, 1994):

(1) Серија је нехомогена на нивоу значајности од 5% неколико година од једног од крајева серије,

(2)

(3) Серија је нехомогена на нивоу значајности од 10% што је објашњено метеоролошким подацима користећи историју станица.

У Хидрометеоролошкој служби Србије постоји историја сваке станице, али је од 1980 та пракса запостављена. Овакви подаци заједно са подацима о историји станица добијени из разговора са шефовима станица, као и резултати тестова релативне хомогености коришћени су за класификацију серија падавина.

Нехомогености код серија падавина могу бити уклоњене множењем вредности падавина у периоду пре појаве нехомогености са фактором подешавања AF:

$$AF = \overline{q}_a / \overline{q}_b . \quad (8)$$

Средње вредности величине q после $(\overline{q}_a)$ и пре $(\overline{q}_b)$ појаве нехомогености рачунају се употребом следећих једначина:

$$\overline{q}_a = s_q \overline{z}_a + \overline{q} , \quad (9)$$

$$\overline{q}_b = s_q \overline{z}_b + \overline{q} . \quad (10)$$

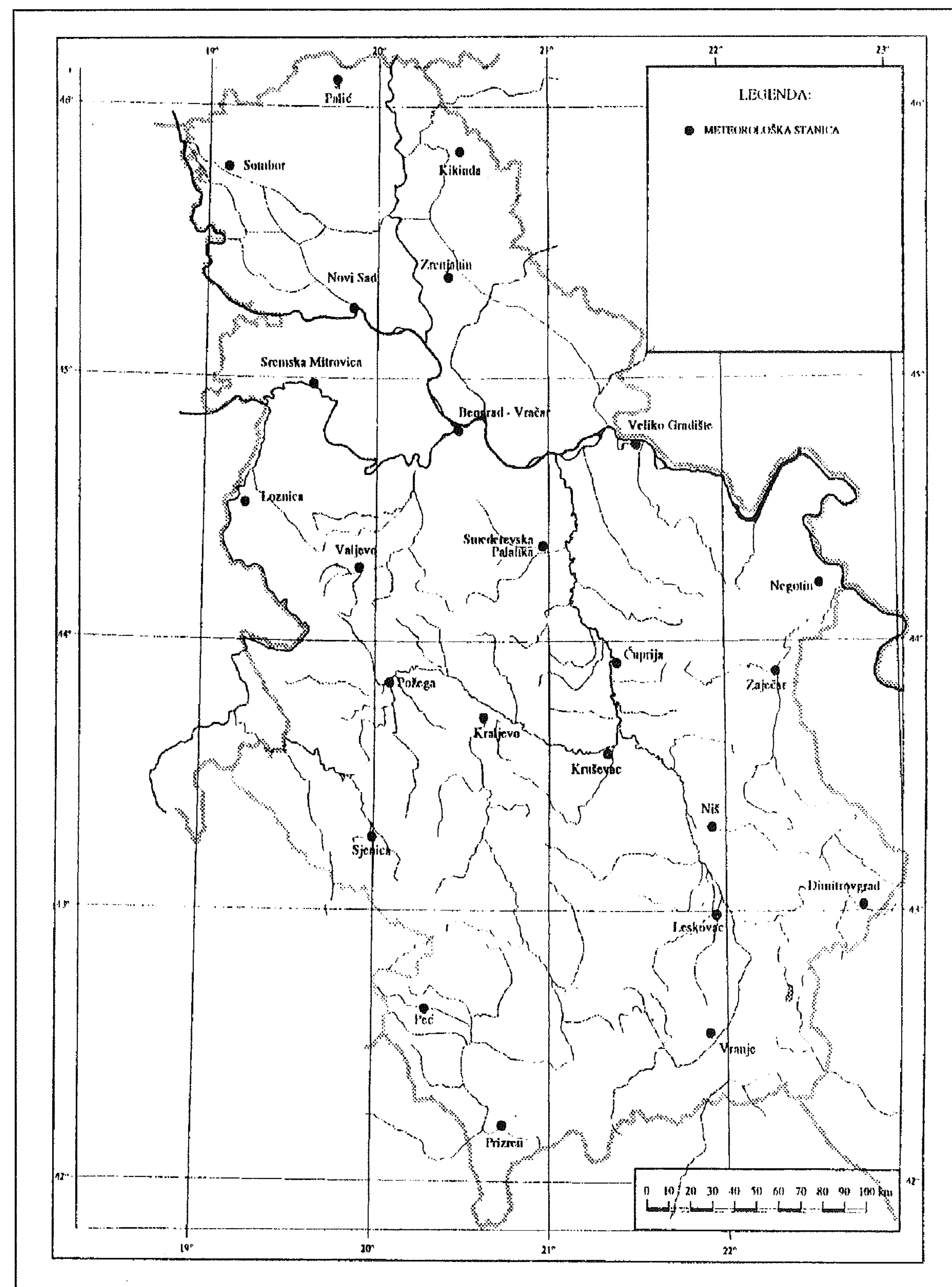
Тестирањем временских серија годишњих сума падавина за 24 метеоролошке станице на територији Србије установљено је 19 хомогених и 5 нехомогених серија. Од поменутих пет, четири су имале по један прекид хомогености (Сомбор, Пожега, Крушевац и Призрен), док је на само једној серији уочено постојање више од једног прекида хомогености (Зајечар).

Слика 2 показује вредности параметра теста T добијене као резултат испитивања релативне хомогености временских серија годишњих сума падавина за метеоролошке станице Сомбор, Пожега, Крушевац, Призрен и Зајечар. Серије за наведене четири станице класификоване током поступка тестирања као нехомогене са једним прекидом хомогености могле су бити поправљене употребом једначина 8, 9 и 10. За процену резултата коришћена је историја сваке метеоролошке станице.

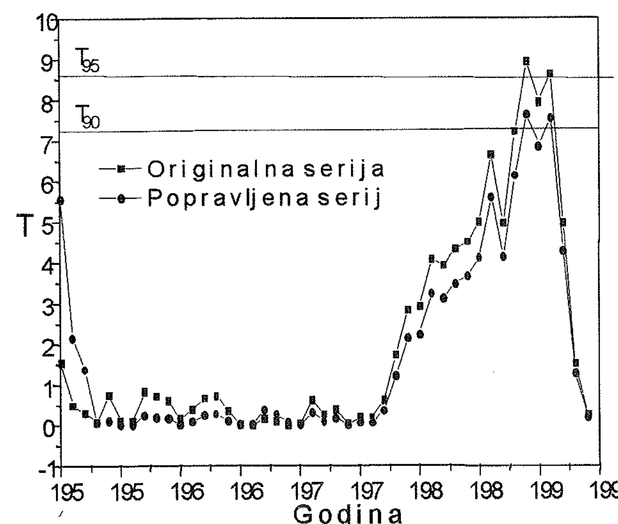
Резултати теста временске серије падавина регистроване на метеоролошкој станици Сомбор (слика 2а) показују да је T_x једнако 8,91 док T_{95} износи 8,55. Разлог за појаву нехомогености у 1990. није регистрован у историји станице што не значи и да није постајао. Резултати поновног тестирања поправљене серије годишњих сума падавина показују да је нова вредност T_x једнака 7,65.

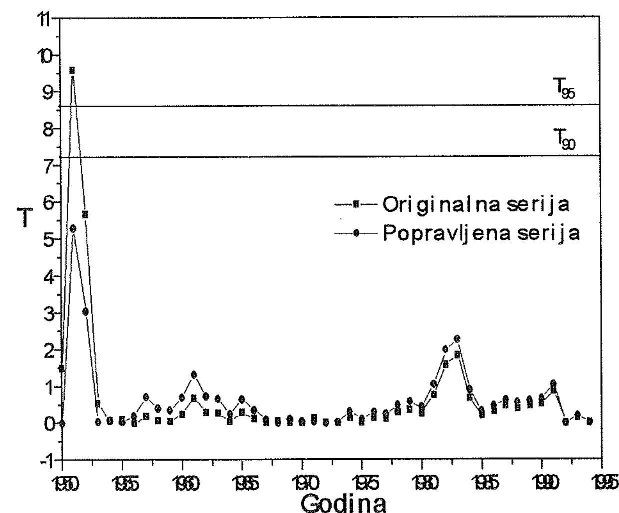
Серија T вредности за метеоролошку станицу Пожега (слика 2б) има апсолутни максимум од 9,58 током 1952. године. У историји станице је забележено да је она премештена у марту 1952. године. Поновљеним тестирањем поправљене серије годишњих сума падавина добијена је вредност за T_x од 5,29.

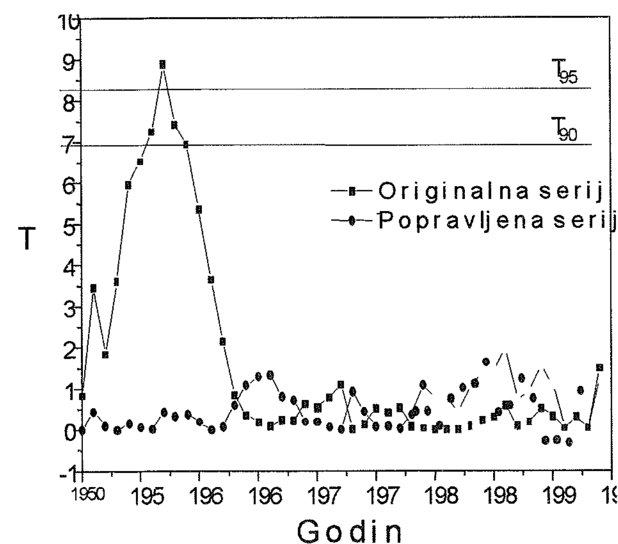
Тестирање временске серије годишњих сума падавина регистрованих у Крушевцу (слика 2ц) показује да вредност T превазилази вредност T_{95} током 1953. године. Историја станице не указује на могући извор нехомогености добијен тестом. Резултати тестирања поправљене серије годишњих сума падавина показују да је нова вредност T_x једнака 3,92.

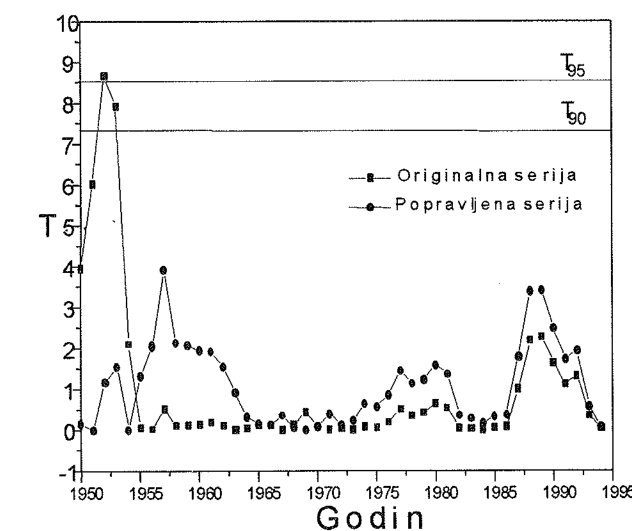


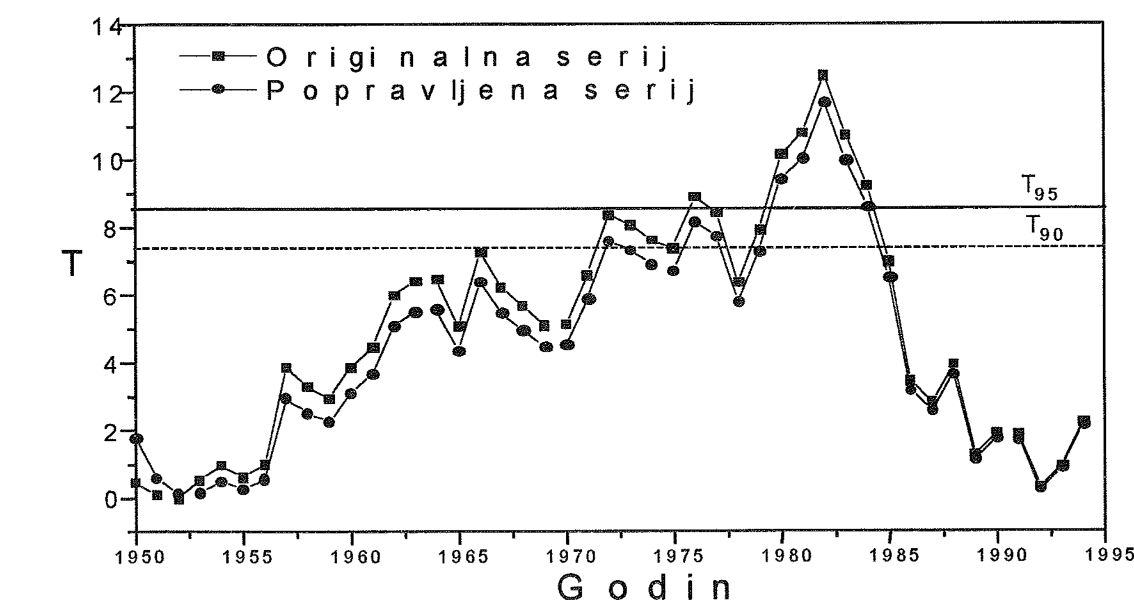
Слика 1. Карта Србије са коришћеним метеоролошким станицама











Серија T вредности добијених тестирањем годишњих сума падавина измерених на метеоролошкој станици у Призрену (слика 2д) има максимум у вредности од 8,87 током 1958. године. У историји станице може се видети да је она премештена 3 км у октобру 1957. године. Временска серија годишњих сума падавина је поправљена и добијена вредност за T_x једнака 1,94 указује да поменута серија има само један прекид хомогености на који је и тест указао.

Резултати тестирања временске серије годишњих сума падавина регистрованих на метеоролошкој станици у Зајечару (слика 2е) показују да T вредности превазилазе вредности T_x током 1977. и у периоду од 1981. до 1985. године. Поновним тестирањем поправљене серије добијене вредности T_x су и даље биле веће од вредности T_{95}, што показује да серија има више од једног прекида хомогености. Међутим, историја станице показује да је станица премештена током 1981. године, али друге релевантне промене нису регистроване.

4. Закључци

Примена Алксандерсоновог теста за испитивање релативне хомогености годишњих сума падавина измерених на 24 метеоролошке станице на територији Србије показала је да је овај тест моћно средство за утврђивање нехомогености. Наиме, поменутим тестом је откривено 75% регистрованих нехомогености на основу постојеће историје станица. Такође, овај тест је веома погодан и за поправку оригиналних серија годишњих сума падавина на оним метеоролошким станицама на којима је регистрован само један прекид хомогености. Међутим, треба нагласити да је брижљиво вођена историја сваке станице неопходна за проверу теста и откривање могућих извора нехомогености.

Захвалница

Аутори се захваљују РХМЗ Србије, који је уступио податке о падавинама у електронској форми, потребне за овај рад.

Литература

Alexandersson, H., 1986: A homogeneity test applied to precipitation data. *J. Climatol.*, **6**, 661-675.
Alexandersson, H., 1995: Homogeneity testing, multiple breaks and trends. Proceedings of the 6th International Meeting on Statistical Climatology, Galway, 439-441.
Buishand, T. A., 1982: Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *J. Hydrol.*, **58**, 11-27.
Conrad, V. и L.W. Pollak, 1950: *Methods in Climatology*. Harvard University Press, 459 pp.
Hanssen-Bauer, I. и E. Forland, 1994: Homogenizing long Norwegian Precipitation series. *J. Climate*, **7**, 1001-1013.
Karl, T. R. и C. N. Williams, 1987: An approach to adjusting climatological time series for discontinuous inhomogeneities. *J. Climate Appl. Meteor.*, **26**, 1744-1763.
Maronna, R. и V. J. Yohai, 1978: A bivariate test for detection of a systematic change in mean. *J. Amer. Statist.* Assoc., **73**, 640-655.
Peterson, T. C. и Eastreling, D. R., 1994: Creation of homogenous composite climatological refrence series. *Int. J. Climatol.*, **14**, 671-679.
Potter, K. W., 1981: Illustration of a new test for detecting a shift in mean precipitation series. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 2040-2045.

КЛИМА НИША

Зоран М. Васиљевић, дипл. мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 10030 Београд, Србија, Југославија

Abstract

This paper gives the presentation of the climate in Nis. The climatological data of homogeneity series observations in the period 1953-1997 were used as a basis. The analysis of investigations concerning the occurrence of climatological parameter changes in Nis for the same observational series was given as well. Investigations of eventual occurrence of climate parameter changes were performed with the data refering the temperature and precipitation.

Апстракт

У овом раду дат је приказ климе Ниша. Основу чине климатолошки подаци хомогеног низа осматрања у периоду 1953-1997 година. Такође је дата анализа испитивања постојања тенденције у промени климатских параметара Ниша на истом низу осматрања. Испитивање евентуалног постојања тенденције у променама климатских параметара је рађена на подацима који се односе на температуру и падавине.

УВОД

Метеоролошка осматрања у Нишу датирају од 1889. године када је основана метеоролошка станица у Нишу по препоруци г. Милана Недељковића, ондашњег управитеља Опсерваторије Велике школе у Београду. Станица се налазила на потезу између старог нишког гробља и данашњих Житопромета и Нишке млекаре. Ту су вршена метеоролошка мерења све до Другог светског рата, са прекидима за време балканских и светских ратова. На том месту више не постоје трагови зграде у којој је била смештена метеоролошка станица. После Другог светског рата, од 1945.г. метеоролошка осматрања се врше на новој локацији у близини нишке тврђаве код тзв. Пантелејске трошарине. Данас се на том месту налази дечије обданиште, али трагови да су се ту вршила метеоролошка осматрања више не постоје. У лето 1950.г. метеоролошка станица се пресељава у нишку тврђаву. Тачан датум почетка метеоролошких осматрања у тврђави је 01.08.1950.г. Од тада се на тој локацији врше метеоролошка осматрања непрестано све до данас.

Ниш се налази на 43°.20` северне географске ширине и 21°.54` источне географске дужине. Просечна надморска висина му је око 200 метара, док је наедморска висина метеоролошке станице на садашњој локацији 201 метар.

По свом топографском положају везан је за западни део Нишке котлине која представља завршетак тока реке Нишаве, и то за место где котлина почиње постепено да прелази у јужноморавску долину.

Нишка котлина је издуженог облика и има правац пружања исток-запад. Дугачка је 24 километра, док јој највећа ширина износи око 18 км. Планински обод има просечну надморску висину око 700 метара и на више места је засечен долинама мањих водотокова које Нишава у овој котлини прима.

Нишка котлина је према северозападу, западу и запад-југозападу нашироко отворена и прелази у јужноморавску долину. Ка северу је оивичена масивом Калафата, ка североистоку Сврљишким Планинама, ка југоистоку Сувом

Планином а ка југу Селичевицом. Источни оквир котлине, између огранака Суве и Сврљишких Планина, пробијен је дубоком кањонском долином Нишаве, Сићевачком Клисуром.

И најзад, Нишка котлина се налази дубоко у континенту. Од Јадранског и Егејског мора удаљена је око 270 км ваздушне линије, а од Црног мора око 430 километара.

С обзиром на напред изложене географске факторе, Ниш има и одговарајуће климатске карактеристике, које носе у себи обележје умерено-континенталне климе у области семиаридног подручја.

Климатолошка грађа коришћена у овом раду обухвата период од 45 година, т.ј. период 1953-1997. Овај период је узет због хомогености података, јер је метеоролошка станица на садашњој локацији од лета 1950.г. Нису обухваћене године 1951. и 1952. јер током тих година нису вршена осматрања свих метеоролошких елемената и појава које се овде третирају. Значи низ 1953-1997. представља најдужи последњи хомогени низ за све елементе третиране у овом раду.

2 ПРИТИСАК

У табела 1. Приказане су средње вредности притиска (мб) за Ниш (средња дневна вредност, средњавредност притиска у 07, 14 и 21 час).

Табела 1. Приказ средњих вредности притиска (мб) за Ниш (средња дневна вредност, средњавредност притиска у 07, 14 и 21 час)

	+3.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
ГОД.													
ДНЕВ.	995.9	993.9	992.8	989.7	990.9	991.0	991.4	991.7	994.2	995.9	995.4	995.1	993.2
07 час.	996.1	994.3	993.5	990.5	991.6	991.8	992.3	992.5	994.9	996.5	995.7	995.3	993.8
14 час.	995.4	993.4	992.2	989.0	990.1	990.4	990.7	990.9	993.5	995.1	994.7	994.5	992.5
21 час.	996.3	994.1	992.9	989.7	990.8	990.9	991.2	991.5	994.1	996.1	995.6	995.4	993.2

Као што се из ове табеле види, средња годишња вредност притиска (993.2 мб) условљена је претежно самом надморском висином станице (201 m) у односу на стандардни притисак на морском нивоу за ову географску ширину, при чему се међусобно поништавају флуктуације притиска изазване различитим баричким пољима која се смењују у току године. Међутим, средње вредности притиска по месецима дају представу о томе какви типови баричких поља доминирају у одређено доба године. Минимум у априлу (989.7mb) и ниске вредности у мају и јуну (990.9мб и 991.0mb) указују на већу учестаност утицаја поља ниског притиска у тим месецима, док максимум у октобру (995.9mb) указује на стабилизацију времена и чест утицај антициклоналног поља почетком јесени (михољско лето). Други максимум у јануару (такође 995.9mb) указује на често зимско антициклонало поље изазвано присуством приземног слоја хладног ваздуха. Из средњих вредности притиска у 07, 14 и 21 час у току године и по појединим месецима лепо се исказује дневни ход притиска, тј. пад притиска од јутра ка средини дана и поновни пораст ка вечерњим часовима и ноћи.

3. ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА

У табели 2. Приказане су температуре у Нишу за период 1953-1997.

Табела 2. Средње температуре у Нишу за период 1953-1997

	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
дневна	0.0	2.2	6.4	11.6	16.5	19.9	21.6	21.4	17.3	12.0	6.4	2.1	11.5
07 ч	-1.9	-0.4	2.8	8.3	13.7	17.3	18.4	17.5	13.1	8.0	4.0	0.4	8.5
14 ч	2.6	5.5	10.6	16.1	21.3	24.8	27.0	27.4	23.5	17.6	10.3	4.6	16.0
	-0.4	1.8	6.1	11.0	15.5	18.7	20.5	20.3	16.3	11.1	5.7	1.6	10.7
сред.макс.	3.9	6.9	12.0	17.5	22.7	26.2	28.4	28.7	24.8	18.8	11.5	5.8	17.3
сред.мин.	-3.3	-1.7	1.6	5.9	10.4	13.6	14.8	14.7	11.1	6.7	-2.6	1.1	6.3
амплитуде	7.2	8.6	10.4	11.6	12.3	12.6	13.5	14.0	13.6	12.1	8.9	7.0	11.0
мин (5см)	-4.9	-3.7	-0.9	2.9	7.7	11.3	12.4	12.1	8.5	3.7	0.3	-2.8	3.9

Као што се види најтоплији месеци у Нишу су јул и август (средње дневне температуре 21.6 и 21.4 °C.) с тим што је средина дана (14 часова) у августу топлија (27.4) него у јулу (27.0), али су ноћи свежије (температуре у 07 и 21 час). Наш народ каже „Од Светог Илије сунце све милије ... „ . Такође, август има и највећи средњи дневни максимум температуре (28.7). Најхладнији месец је јануар са средњом температуром од 0.0 °C. У јануару су најнижи и средњи дневни максимуми и минимуми (3.9 и -3.3 °C.). Месец са највећом средњом дневном амплитудом температуре је август (14.0), док децембар (7.0) и јануар (7.2) имају у просеку најмања дневна температурна колебања (амплитуде). Средње минималне температуре на 5цм изнад тла су најниже у јануару (-4.9 °C.), а негативне су још фебруару, марту и децембру. Као што се види на основу средњих дневних температура по месецима, а и на основу осталих наведених температурних показатеља, у Нишу су јасно изражена сва четири годишња доба.

	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
максимум	42.3	18.6	23.2	28.6	33.0	34.2	38.3	42.3	42.2	37.2	32.6	27.1	21.6
минимум	-23.7	-23.7	-19.4	-13.2	-4.0	-1.0	4.2	4.1	4.6	-2.2	-6.8	-14.0	-16.6

За посматрани период 1953-1997 апсолутни минимум од -23.7 °C. забележен је 25.1.1963.г., а апсолутни максимум од 42.3 ст.Целз. забележен је 25.7.1987.г.

Просечан годишњи број ледених дана (Тмакс<0°C), дана када је Тмин<=-10°C, мразних дана (Тмин<0 °C), дана са мразом при тлу (Т05цм<0 °C), летњих дана (Тмакс>=25 °C), тропских дана (Тмакс>=30 °C), дана када је Тмин>=20 °C, дана са Тср>=5 °C, дана са Тср>=10 °C и дана са Тср>=15 °C је приказан у табели 4.

Табела 4. Средњи број дана са температурама изнад и испод одређеног прага у Нишу за период од 1953 - 1997.

	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
Тмакс<0	7.2	3.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	4.0	16.3
Тмин<= -10	2.9	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	5.9
Тмин<0	22.8	17.6	10.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1	8.2	17.6	80.1
Т05цм<0	25.2	20.6	16.6	7.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.6	7.5	13.2	20.9	112.9
Тмкс>=25	0.0	0.0	0.5	2.6	10.8	19.0	24.4	24.4	15.7	4.1	0.1	0.0	101.7
Тмкс>=30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	6.4	12.0	13.0	4.6	0.3	0.0	0.0	38.0
Тмин>=20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	2.9
Тср>=5	4.1	8.3	18.3	28.0	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	29.4	18.5	8.0	267.7
Тср>=10	0.5	1.7	7.7	19.7	29.5	29.9	31.0	31.0	29.2	21.2	7.6	1.5	210.5
Тср>=15	0.0	0.1	1.0	6.7	20.4	27.5	30.2	29.9	21.9	7.8	0.7	0.1	146.3

У просеку у току године у Нишу има 101.7 летњих и 38.0 тропских дана, док мразних и ледених дана има у просеку 80.1 односно 16.3. Просечан број дана са мразом при тлу у току године је 112.9. Јануар је месец са највише мразних (22.8) и ледених дана (7.2), а такође и са највише дана са мразом при тлу (25.2). Јули и август имају највише летњих дана (по 24.4) док август има највише тропских дана (13.0), а за њим је јули (12.0).

У просеку последњи дан са појавом мраза (Тмин<0) у првој половини године је 08.априла док је први дан са појавом мраза у другој половини године просечно 29 октобра

Што се појаве приземног мраза (Т05цм<0) тиче, у просеку последњи дан појављивања приземног мраза у првој половини године је 01.мај док је просечно први дан у другој половини године 10 октобра.

3. ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА

Што се релативне влажности тиче, јули и август имају најмању просечну вредност (по 63%), с тим што август има нешто већу јутарњу али мању дневну релативну влажност

Табела 5. Средња релативна влажност (%)у Нишу за период 1953-1997 год.

	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
дневна	80	75	68	64	66	66	63	63	68	72	78	81	70
у 07 час	86	84	81	77	78	77	76	78	85	87	87	87	82
у 14 час	71	63	53	48	50	49	46	43	46	53	64	73	55
у 21 час	83	78	69	66	71	73	68	67	73	77	82	84	74

Табела 6. Апсолутни минимуми средње дневне рел. влажности (%)у Нишу за период 1953-1997.

	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
Умин(%)47	27	47	36	36	27	32	37	30	31	34	41	39	42	27

него јули, што је везано за температурне услове који су напред описани (свежије ноћи и јутра, а топлија средина дана у августу него у јулу). Секундарни минимум средње дневне релативне влажности је у априлу (64%) када је забележен и апсолутни минимум средње дневне релативне влажности (27%) за Ниш за период 1953-1997. Овај секундарни минимум у априлу није последица мање количине падавина и стабилнијег времена за тај месец, јер смо видели да је утицај поља ниског притиска у априлу врло изражен а видећемо и да април не оскудева у падавинама, већ је овај секундарни минимум последица наглог скока средње дневне температуре у односу на претходни период (6.4 ст.Целз. у марту на 11.6 ст.Целз. у априлу). Највећу средњу дневну релативну влажност имају децембар (81%) и јануар (80%).

Генерално гледано годишњи ход средње дневне релативне влажности по месецима је последица годишњег хода средње дневне температуре по месецима (обрнута сразмера средње дневне температуре и средње дневне рел. влажности) осим поремећаја, т.ј. скока влажности у мају и јуну на 66% који је последица великог повећања апсолутне влажности, јер та два месеца имају просечно највеће месечне суме падавина, што ће се видети у даљем излагању.

4. ОБЛАЧНОСТ И СИЈАЊЕ СУНЦА

На основу средње дневне облачности и средње облачности у климатолошким терминима да се закључити да је август месец са најмањом просечном облачношћу (3.6 /10), а за њим јули

Табела 7. Просечна облачност (у /10) у Нишу У периоду 1953-1997. Год.

	ЈАН.	ФЕБ .	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
дневна	7.1	6.8	6.3	6.2	5.9	5.2	3.9	3.6	4.1	5.1	6.7	7.3	5.7
у 07 час	7.5	7.5	6.8	6.4	5.9	5.1	3.9	3.7	4.4	5.7	7.4	7.6	6.0
у 14 час	7.2	6.8	6.6	6.7	6.4	5.6	4.4	4.1	4.5	5.3	6.8	7.5	6.0
у 21 час	6.5	6.1	5.5	5.4	5.3	4.9	3.5	3.1	3.4	4.2	6.0	6.8	5.1

(3.9 /10). Децембар има највећу просечну облачност (7.3 /10) а после њега јануар (7.1 /10). Такође се на основу терминских средњих облачности у току године и по месецима види да за све месеце важи да је средња облачност у 21 час увек мања од средње облачности у 07 и 14 часова за одговарајући месец. Међутим, дневни ход облачности по месецима указује на следеће: у хладном делу године (период октобар-март) дневни ход је такав да је највећа облачност у 07 часова, нешто мања у 14 часова а најмања у 21 час. Ово је последица тога што у хладном делу године доминира нижа слојаста облачност која се углавном формира у другом делу ноћи, а током дана се разбија. Дневни ход облачности у току топлог дела године (период април-септембар) даје другачију слику. У току свих ових месеци облачност од јутра (07 часова) расте ка средини дана (14 часова), а затим опада ка вечери када има најмању вредност. Ово је последица тога што у топлом делу године доминира облачност конвективног типа

дан са појавом снега у другој половини године 17.11.

Суснежица се најчешће јавља у марту, а затим у децембру.

Просечно у Нишу у току године снежног покривача има 43 дана (42.8). Најчешће снежног покривача има у јануару, затим у фебруару па у децембру.

У просеку, последњи дан са појавом снежног покривача у првој половини године је 10.3. док је први дан са појавом снежног покривача у другој половини године у просеку 28.11.

Суградица и/или град се најчешће јављају у априлу, мају и јуну (по 0.4).

Грмљавина и севање у току године се просечно јављају у 43 дана (42.9) и то најчешће у јуну и уопште у топлом делу године. Међутим, мада ретко, јављају се и у другим деловима године, па чак и у јануару и децембру („ ...кад загрме на Светога Саву... „).

Магла се просечно јавља у 13.3 дана у току године и то најчешће у децембру и ја нуару, а најређе у јуну, јулу и августу (и то у јутарњим часовима).

Слана се просечно јавља у 63.7 дана у току године и то најчешће у јануару, затим у децембру па у фебруару.
Последњи (у првој половини године) и први дан са појавом слане (у другој половини године) су у просеку 24.4. и 12.10.

6. ПАДАВИНЕ

Као што се види просечна годишња сума падавина у Нишу је 586.4 mm, док је највећа годишња сума падавина у периоду 1953-1997 забележена 1955. (791.8 mm), а најмања годишња сума била је 1990.год. (411.5 mm). По

Табела 11. Просечне и максималне годишње и месечне суме падавина (у мм) за Ниш за период 1953 - 1997:

	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
ПРОС	586.4	39.1	39.7	41.7	52.3	65.6	62.5	45.8	43.8	45.8	39.4	56.9	53.9
МАКС	791.8	95.1	92.6	102.9	104.9	141.9	206.1	142.5	116.7	201.1	117.6	179.1	111.2
год.	1955	1987	1969	1988	1962	1957	1969	1986	1979	1996	1957	1985	1969

месецима, у просеку, највећу количину падавина имају мај (65.6 мм) и јун (62.5 мм). У јуну је забележен и апсолутни месечни максимум (206.1 мм године 1969.). Секундарни максимум просечне месечне суме падавина је у новембру (56.9 мм).

Табела 12Екстремне дневне вредности падавина (мм) у Нишу у пориоду 1953-1997. год

МЕСЕЦ	Датум	Максимум
ЈАНУАР	30. 1.1987.	24.2
ФЕБРУАР	6. 2.1969.	34.8
МАРТ	28. 3.1993.	27.9
АПРИЛ	19. 4.1981.	33.2
МАЈ	18. 5.1993.	41.5
ЈУН	8. 6.1969.	47.5
ЈУЛ	18. 7.1962.	48.2
АВГУСТ	3. 8.1997.	50.6
СЕПТЕМБАР	1. 9.1963.	71.2
ОКТОБАР	7.10.1979.	47.3
НОВЕМБАР	5.11.1954.	76.6
ДЕЦЕМБАР	20.12.1955.	35.7
АПСОЛУТНИ	5.11.1954.	76.6

Просечно, најсувљи месеци су јануар (39.1 мм), октобар (39.4 мм) и фебруар (39.7 мм). Фебруар и јануар имају и најмање апсолутне максимуме у односу на остале месеце.

Из просечног броја дана са одређеним количинама падавина види се да у Нишу има просечно 135.3 дана годишње када је количина падавина мерљива (>=0.1мм), а само 17.6 дана када је количина >=10.0мм, односно само 4.2 дана када је количина >=20.0мм. Дан са количином падавина >=50.0мм јавља се у просеку једном у 10 година. Види се да су само јул, август, септембар и октобар месеци који имају у просеку мање од 10 дана са мерљивом количином падавина.

Месеци који имају просечно највећи број дана са великом количином падавина (>=10.0mm) су мај (2.1), јуни (1.9) и новембар (1.9). У мају и јуну то је везано за пљусковити карактер падавина из конвективне облачности, а у но-

•МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ•

дан са појавом снега у другој половини године 17.11.

Суснежица се најчешће јавља у марту, а затим у децембру.

Просечно у Нишу у току године снежног покривача има 43 дана (42.8). Најчешће снежног покривача има у јануару, затим у фебруару па у децембру.

У просеку, последњи дан са појавом снежног покривача у првој половини године је 10.3. док је први дан са појавом снежног покривача у другој половини године у просеку 28.11.

Суградица и/или град се најчешће јављају у априлу, мају и јуну (по 0.4).

Грмљавина и севање у току године се просечно јављају у 43 дана (42.9) и то најчешће у јуну и уопште у топлом делу године. Међутим, мада ретко, јављају се и у другим деловима године, па чак и у јануару и децембру („ ...кад загрме на Светога Саву... „).

Магла се просечно јавља у 13.3 дана у току године и то најчешће у децембру и ја нуару, а најређе у јуну, јулу и августу (и то у јутарњим часовима).

Слана се просечно јавља у 63.7 дана у току године и то најчешће у јануару, затим у децембру па у фебруару.
Последњи (у првој половини године) и први дан са појавом слане (у другој половини године) су у просеку 24.4. и 12.10.

6. ПАДАВИНЕ

Као што се види просечна годишња сума падавина у Нишу је 586.4 mm, док је највећа годишња сума падавина у периоду 1953-1997 забележена 1955. (791.8 mm), а најмања годишња сума била је 1990.год. (411.5 mm). По

Табела 11. Просечне и максималне годишње и месечне суме падавина (у мм) за Ниш за период 1953 - 1997:

	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
ПРОС	586.4	39.1	39.7	41.7	52.3	65.6	62.5	45.8	43.8	45.8	39.4	56.9	53.9
МАКС	791.8	95.1	92.6	102.9	104.9	141.9	206.1	142.5	116.7	201.1	117.6	179.1	111.2
год.	1955	1987	1969	1988	1962	1957	1969	1986	1979	1996	1957	1985	1969

месецима, у просеку, највећу количину падавина имају мај (65.6 мм) и јун (62.5 мм). У јуну је забележен и апсолутни месечни максимум (206.1 мм године 1969.). Секундарни максимум просечне месечне суме падавина је у новембру (56.9 мм).

Табела 12Екстремне дневне вредности падавина (мм) у Нишу у пориоду 1953-1997. год

МЕСЕЦ	Датум	Максимум
ЈАНУАР	30. 1.1987.	24.2
ФЕБРУАР	6. 2.1969.	34.8
МАРТ	28. 3.1993.	27.9
АПРИЛ	19. 4.1981.	33.2
МАЈ	18. 5.1993.	41.5
ЈУН	8. 6.1969.	47.5
ЈУЛ	18. 7.1962.	48.2
АВГУСТ	3. 8.1997.	50.6
СЕПТЕМБАР	1. 9.1963.	71.2
ОКТОБАР	7.10.1979.	47.3
НОВЕМБАР	5.11.1954.	76.6
ДЕЦЕМБАР	20.12.1955.	35.7
АПСОЛУТНИ	5.11.1954.	76.6

Просечно, најсувљи месеци су јануар (39.1 мм), октобар (39.4 мм) и фебруар (39.7 мм). Фебруар и јануар имају и најмање апсолутне максимуме у односу на остале месеце.

Из просечног броја дана са одређеним количинама падавина види се да у Нишу има просечно 135.3 дана годишње када је количина падавина мерљива (>=0.1мм), а само 17.6 дана када је количина >=10.0мм, односно само 4.2 дана када је количина >=20.0мм. Дан са количином падавина >=50.0мм јавља се у просеку једном у 10 година. Види се да су само јул, август, септембар и октобар месеци који имају у просеку мање од 10 дана са мерљивом количином падавина.

Месеци који имају просечно највећи број дана са великом количином падавина (>=10.0mm) су мај (2.1), јуни (1.9) и новембар (1.9). У мају и јуну то је везано за пљусковити карактер падавина из конвективне облачности, а у но-

вембру за дуготрајне падавине из нимбостратуса. Мај и јун такође имају просечно највећи број дана са количином падавина >=20.0mm.

Број дана са количином падавина (у мм) већом или једнаком од (pp>=)

pp>=	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
0.1мм	135.3	13.3	12.4	12.0	13.0	13.6	12.2	9.0	8.0	7.9	8.5	11.8	13.6	135.3
0.5мм	104.9	9.6	9.2	8.7	10.0	11.0	10.0	7.4	6.3	6.3	6.5	9.1	10.8	104.9
1.0мм	87.8	7.6	7.5	7.1	8.2	9.6	8.4	6.3	5.3	5.5	5.4	7.8	9.2	87.8
5.0мм	38.9	2.7	2.7	2.8	3.8	4.3	3.9	2.8	2.8	2.9	2.6	3.8	3.6	38.9
10.0мм	17.6	0.9	0.9	1.2	1.6	2.1	1.9	1.4	1.5	1.6	1.2	1.9	1.5	17.6
20.0мм	4.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5	0.3	4.2
50.0мм	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Табела 14. Максималне висине Xc (укупног снега) и Xн (новог снега) у сантиметрима (цм) у Нишу за период 1953-1997 са годином појављивања

	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
Xc	58	62	40	7	0	0	0	0	0	1	27	35
год.	1963	1954	1962	1981						1997	1983	1974
Xн	30	27	20	7	0	0	0	0	0	1	22	23
год.	1987	1991	1962	1981						1997	1983 и 1990	1980

Табела 15. Број дана са укупним снежним покривачем (у цм) већим или једнаким од (Xc>): (укупни снежни покривач мерен у 7 часова)

Xc>=	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
1цм	13.5	8.8	3.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	8.6	36.9
10цм	5.3	3.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	13.0
30цм	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
50цм	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

На основу мерења укупног снежног покривача види се да просечно у току године у Нишу има око 37 (36.9) дана када се у 07 часова измери снежни покривач >=1cm. Број дана када је измерено >=10cm сн.пок. је 13.0, док је број дана када се измери 30cm или више снежног покривача у просеку 1.6.

Месец који у просеку има највише дана по свим наведеним граничним вредностима висине укупног снежног покривача је јануар, а за њим следи фебруар.

7. ВЕТАР

Приземни ветар је метеоролошки елемент који највише зависи од доминирајућег поља притиска и од орографије (макро и микрорељефа), али и од других фактора (температурни услови, наилазак фронта, смицање ветра са висином и вертикални пренос количине кретања, присуство јаке конвективне облачности у маси итд.).

Као што сеиз табеле 11. види, тишине се у току године јављају у 340%о, што значи да се ветар у току године бележи у 660%о случајева. Најмање тишина има у марту (247%о) и априлу (269%о) што значи да су ови месеци и најветровитији. Највише тишина има у децембру (396%о), септембру (386%о) и октобру (383%о).
Што се честине по смеровима тиче, види се да је у току године најчешћи смер из NW (138%о), затим из E (89%о) и ENE (66%о).

Табела 16. Ружа ветрова по честини (%о) за 16 смерова за Ниш (у току године и по месецима)

СМЕР	ГОД.	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.
N	18	14	13	17	18	25	26	32	26	14	12	14	10
NNE	11	11	12	12	11	16	9	11	12	9	11	7	6
NE	30	20	36	41	42	36	25	25	32	34	35	20	18
ENE	66	52	77	106	72	53	48	45	59	64	83	74	60
E	89	88	93	119	99	82	72	60	83	81	98	109	85
ESE	48	51	61	49	49	50	45	35	37	52	54	53	44
SE	20	21	23	19	22	22	23	17	21	17	13	21	20
SSE	13	11	14	16	18	11	14	10	7	10	14	16	14
S	28	18	33	36	44	37	23	23	17	26	32	28	24
SSW	16	9	17	25	34	16	18	12	11	11	16	17	12
SW	23	16	21	29	28	32	27	19	20	25	25	18	18
WSW	19	22	18	21	19	20	21	16	16	18	15	16	20
W	36	39	32	24	33	35	38	39	45	36	29	39	36
WNW	52	70	55	49	54	53	52	59	45	36	40	51	55
NW	138	154	143	139	136	130	155	183	152	126	99	115	130
NNW	53	45	53	50	51	57	60	71	54	54	40	48	52
TIHO	340	361	299	247	269	326	342	346	363	386	383	355	396

Ови ветрови су најчешћи и када се гледа појединачно по месецима. Смер NW је најчешћи у току свих месеци у односу на остале смерове. То је последица тога што су продори ваздушних маса са северозапада најчешћи у нашим крајевима, али је и последица каналисања, тј отворености Нишке котлине ка северозападу долином Јужне Мораве.

Смерови E и ENE су уз северозападни смер најчешћи у току године, али гледано и појединачно по месецима. Последица су врло честе ситуације када се над источном половином Балкана успостави поље повишеног притиска, а западној половини Балкана се приближава или на њу утиче поље ниског притиска. Овакав распоред поља притиска у комбинацији са карактеристичним рељефом Нишке котлине (источни део котлине прелази у дубоку кањонску долину Нишаве, Сићевачку Клисуру), узрокује каналисање ветра долином Нишаве из смера E и ENE. Смер ENE је уз поменуто каналисање везан и за кошавске ситуације, када кошава дува преко превоја између Сврљишких планина и масива Калафата. Ова два смера (E и ENE) су најчешћи у марту и октобру и новембру.

Остали смерови дувања ветра су ређи што због тога јер су продори ваздушних маса из тих смерова ређи, што због тога јер је Нишка котлина заклоњена планинама из тих смерова (видети опис географског положаја Ниша на почетку).

Табела 17. Ружа ветрова по брзини (м/с) за 16 смерова за Ниш (просечне брзине дувања ветра из разних смерова):

СМЕР	ЈАН.	ФЕБ.	МАР.	АПР.	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ.	СЕП.	ОКТ.	НОВ.	ДЕЦ.	ГОД.
N	2.1	1.7	2.0	2.0	1.7	1.8	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.3	1.7
NNE	2.3	2.3	3.0	2.2	2.0	1.7	1.8	1.2	1.6	2.1	1.9	2.2	2.1
NE	3.7	4.8	3.7	3.2	2.5	1.7	1.9	2.0	2.5	2.7	3.5	3.3	3.0
ENE	4.0	4.1	4.5	2.8	2.3	1.9	2.0	1.9	2.1	3.0	3.9	3.6	3.2
E	3.2	2.9	3.6	2.5	2.3	1.9	1.7	1.8	2.3	2.7	3.2	2.8	2.6
ESE	2.2	2.2	2.0	1.9	1.8	1.5	1.3	1.6	1.6	1.8	2.0	2.0	1.8
SE	1.7	1.5	1.4	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.4	1.5	1.7	1.5
SSE	2.6	2.6	2.6	2.0	2.0	1.4	1.2	1.5	1.6	2.0	2.2	2.5	2.1
S	2.0	3.0	2.7	2.4	2.3	1.7	1.5	1.4	1.6	1.9	2.3	3.0	2.3
SSW	2.0	2.2	2.7	2.8	2.2	1.7	1.5	1.5	1.6	1.9	1.8	2.0	2.1
SW	1.4	2.0	2.2	2.2	2.1	1.8	1.5	1.7	1.3	1.8	2.0	1.2	1.8
WSW	1.2	1.4	1.4	1.8	1.4	1.4	1.5	1.4	1.2	1.4	1.1	1.1	1.4
W	1.4	1.5	1.3	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.4
WNW	2.4	2.4	2.6	2.5	2.4	2.3	2.0	2.2	2.3	1.9	2.1	2.3	2.3
NW	3.3	3.3	3.7	3.4	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	2.9	2.9	3.2	3.1
NNW	3.1	3.1	2.9	3.0	2.6	2.5	2.5	2.4	2.5	2.7	2.5	2.8	27

Из руже ветрова по јачини види се да у просеку у току године најјаче дувају ENE (3.2m/s), NW (3.1m/s) и NE (3.0m/s). Смерови NW и ENE су, као што је већ напред истакнуто, иначе смерови који се издвајају и по честини. Смер NW је у просеку најјачи у марту (3.7 m/s), али он релативно јако дува током целе године. Смерови NE и ENE су јачи у хладној половини

године, посебно у периоду од јауара до марта (ENE у марту 4.5m/s, NE у фебруару 4.8m/s). То је везано за кошавске ситуације када хладан ваздух из Влашке низије, преко источне Србије продире ка Нишкој котлини преко превоја између Сврљишких планина и масива Калафата. Значи, и на основу руже ветрова по јачини се уочава каналисаност изазвана рељефом.

ЗАКЉУЧАК

Према изнетој анализи појединих климатских елемената може се констатовати да Ниш има такве климатске карактеристике, које усеби носе обележје умерено-континенталне климе у области семиаридног подручја.

У Нишу је друга половина године топлија од прве.

Средња дневна колебања температуре највећа су лети, а најмања зими.

Ниш је сигуран од мразева само за време лета. Средња вредност релативне влажности ваздуха у Нишу у свим месецима је већа од 60%.

Према подацима о средњој вредности облачности види се да облачност опада од јануара до септембра, а затим се повећава према децембру.

Падавине нису подједнако распоређене по месецима нити по годишњим добима. Највише падавина, у просеку, имају мај и јун, а за њима новембар. Најсувљи месеци, у просеку, су јануар, октобар и фебруар. Међутим, постоје знатна одступања у количини падавина у истим месецима за различите године. Просечно, у току године Ниш прими око 585 мм падавина.

Снег се у Нишу јавља просечно око 41 дан годишње и то најчешће у јануару па у фебруару. Последњи дан са појавом снега у Нишу у првој половини године је у просеку 28. март док је први дан са појавом снега у другој половини године 17 новембар.

Просечно у Нишу у току године снежног покривача има 43 дана. Најчешће снежног покривача има у јануару и фебруару. У просеку, последњи дан са појавом снежног покривача у првој половини године је 10.март док је први дан са појавом снежног покривача у другој половини године у просеку 28.11.

Ветрови у Нишу дувају често. У две трећине осматрања установљава се дување ветра из разних смерова, а у једној трећини осматрања установљава се тишина. Када дува, ветар дува просечном брзином која се креће између 1 и 5 м/с. Учестаност ветрова из разних смерова условљена је учестаношћу одређених синоптичких ситуација и специфичним рељефом Нишке котлине, који врши каналисање кретања ваздуха долинама Јужне Мораве и Нишаве.

Овај рад је био замишљен тако да да слику климатских карактеристика Ниша и Нишке котлине, али и да се види постоје ли знаци неких промена климе у Нишу.
Што се првог циља тиче, представљен је приказ климатских карактеристика Ниша.

Међутим, што се другог циља овог рада тиче није установљено да се климатске карактеристике Ниша мењају за период 1953-1997.

Наиме, испитиван је ток средњих годишњих температура и средњих месечних температура за Ниш, али паралелно и за Златибор за тај период. Златибор је узет као станица која има добар низ података за тај период, мало се разликује по географској ширини од Ниша а није под утицајем урбане климе и послужио је за упоређивање. Показало се да се подаци Ниша и Златибора међусобно одлично слажу и да се средње годишње и средње месечне температуре по годинама у току поменутог периода разликују само због разлике у надморској висини. Међутим, није устано-вљена нека тенденција промена тих температура у току испитиваног периода (фитовање разним претпостављеним функцијама) ни за Ниш ни за Златибор, док су флуктуације тих вредности у односу на средњаке пратиле нормалну расподелу.

Показало се да је за извођење поузданих закључака о климатским променама коришћени низ осматрања у периоду 1953-1997 (45 година) ипак недовољно дуг.

Такође, вршено је испитивање везе средњих годишњих температура, средњих месечних температура, годишњих и месечних количина падавина за Ниш са активношћу Сунца у том периоду. За активност Сунца узет је као мерило Wolf-ов број. Међутим, није утврђена нека веза између тог броја и средњих температура и количина падавина у Нишу. И за велике и за мале вредности Wolf-овог броја и температуре и количине падавина су имале врло различите вредности (могле су бити и мале и велике и обрнуто).

Ово говори да, ако се жели испитати веза између активности Сунца и климатских елемената, треба одабрати показатељ који боље описује физичку активност Сунца као звезде него што то чини Wolf-ов број (који се одређује на основу броја пега и група пега на сунчевом диску у видљивом делу спектра).

ПРЕГЛЕД РЕЗУЛТАТА РЕКОНСТРУКЦИЈЕ КЛИМЕ У ЈУГОСЛАВИЈИ ДЕНДРОХРОНОЛОШКОМ МЕТОДОМ

мр Владан Дучић
Географски факултет, Студентски трг 3/III
11000 Београд, Југославија

Apstrakt
In our work are given the results off dendrochronological investigationes in Yugoslavia in last five years

Апстракт
У раду су дати резултати дендрохронолошких истраживања у Југославији у последњих пет година

УВОД

У Југославији до сада није било дендроклиматолошких истраживања, тако да наш рад представља само први корак у испитивањима веза између климе и дебљинског прираста дрвећа. Добијене резултате зато треба прихватити као пионирске на овим просторима и основу за будућа комплексна истраживања реконструкције климе у прошлости.

Иако је нестандардних мерења било и раније, најдужи континуирани низ температуре и падавина у Југославији има метереолошка станица Београд и то тек од 1887. године. Циљ истраживања је био да се дендрохронолошким методом реконструише клима у прошлости и продужи постојећи, релативно кратак низ. Такође би било од интереса видети да ли постоје разлике у трендовима климатских елемената између Балканског полуострва и осталог дела Европе.

КЛИМАТСКИ ФАКТОРИ И ДЕБЉИНСКИ ПРИРАСТ

Ритам и величина прираста у току једног вегетационог периода зависе од великог броја фактора спољашње средине. Јачина утицаја појединих фактора није једнака у току читавог вегетационог периода. У пролеће, земљиште је засићено влагом, али је тада још увек хладно. Отуда, за растење у овом периоду често недостаје потребна топлота. Лети је, међутим, топло, релативна влажност ваздуха опада, а транспирација и евапорација расту. Услед растуће транспирације, а поготово испаравања, долази до осиромашења земљишта у снабдевености водом.

Значај разних климатских фактора за растење није исти у току свих годишњих доба. Значај неког фактора мења се с обзиром на земљишне услове, стање хумуса итд. Утицај неког фактора зависи од врсте дрвећа, изграђености састојине и степена прореда. Стога није чудо, што се у литератури саопштавају врло често противуречна мишљења и закључци о утицају појединих фактора спољашње средине на ток и величину прираста.

Ипак, било би грубо поједностављење када би се дебљински прираст посматрао само у зависности од температуре или падавина. Познато је да су са обилним летњим падавинама врло често повезане ниже температуре, висока релативна влажност ваздуха, краће трајање инсолације, мање глобално зрачење, као и слабија евапорација. Стога је веома тешко одлучити коме од ових међусобно повезаних климатских фактора приписати одлучујући значај. Осим тога на прираст делују и други фактори станишта (подземне воде, резерве влаге у тлу, антропогени утицаји, итд.).

Како поуздано тврдити да је одређена ширина года у вези са неким климатским фактором? У дендроклиматологији је уобичајен метод лимитирајућег фактора при решавању овог проблема. Наиме, треба узети у анализу оне објекте код којих су температура или падавине лимитирајући фактор прираста. При томе треба у што већој мери елиминисати остале еколошке факторе, који могу да маскирају везу климе и прираста. То се односи како на остале факторе станишта, тако и на антропогени утицај (путем сече, прореде, итд.).

У Југославији, као и у осталом делу Европе, температура је ограничавајући фактор раста у високим планинским пределима, где је вегетациони перио кратак, а зими влада физиолошка суша због замрзнутог земљишта. Зато би требало узимати узорке у близини горње границе шуме, односно, нешто испод термичке шумске границе. Проблем горње шумске границе је, такође, слабо истраживан, а наша прелиминарна испитивања лоцирају термичку горњу шумску границу на надморску висину од 2050 до 2100 м. (Дуцић В., 195.).

У Југославији нема класичних аридних предела. Изван медитеранског подручја,у низијским и котлинским пределима Србије три до четири месеца, у вегетационом периоду су изразито сушна, а у Нишкој котлини чак пет месеци (Ракићевић Т., 1988.).

АНАТОМСКО-ГЕНЕТСКА И АНТРОПОГЕНА ОГРАНИЧЕЊА

Основно анатомско ограничење се састоји у томе, да је релативно мали број врста код којих су годови добро видљиви. Чак шта више, код многих врста лишћара годови се тешко препознају, или се уопште не виде. Сретна је околност, да су врте код којих се годови препознају, у Југославији широко распрострањене. На основу података више аутора и на основу сопственог искуства, направили смо табелу читљивости годова релативно распрострањених врста у Југославији.

ТАБЕЛА 1: ЧИТЉИВОСТ ГОДОВА РЕЛАТИВНО РАСПРОСТРАЊЕНИХ ВРСТА:

Виде се добро или маркантно	Не виде се или се виде слабо
БРЕСТ	БРЕЗА
БУКВА	ГРАБ
ВРБА	ГРАБИЋ
ЈАВОР	ЈАСИКА
ЈАСЕН	ЈОХА
КЕСТЕН	ЛИПА
ТОПОЛА	
СВИ ХРАСТОВИ	
СВИ ЧЕТИНАРИ	

Значајна генетска особина неке врсте је и дужина трајања живота. Наравно, за ова истраживања су значајне дуговечне врсте. Након широког увида у литературу, направили смо табелу дужине трајања живота појединих врста распрострањених у Југославији.

ТАБЕЛА 2: ДУЖИНА ТРАЈАЊА ЖИВОТА ВРСТА РАСПРОСТРАЊЕНИХ У ЈУГОСЛАВИЈИ:

Врста	Дужина трајања живота
БРЕСТ (ULMUS MINOR)	макс. преко 500 година
БУКВЕ (FAGUS)	просечно 200-300 година
ВРБА (SALIX FRAGILIS)	просечно око 100 година
ТОПОЛА ЦРНА (POPULUS NIGRA)	50-300 година
ЈАВОР ГОРСКИ (ACER PSEUDOPLATANUS)	до 400 година
КЕСТЕН (CASTANEA)	макс.преко 500 година
ХРАСТ КИТЊАК (QUERCUS PUBESCENS)	300-500 година
ХРАСТ ЛУЖЊАК (QUERCUS ROBUR)	до 2000 година
БОРОВИ (PINUS)	преко 300 година
СМРЧЕ (PICEA)	300-1000 година
ПАТУЉАСТА КЛЕКА (JUNIPERUS NANA)	за 500 година - 8 цм

Значајан ограничавајући фактор дендроклиматолошких истраживања је сам човек и његове активности. Судећи по многобројним изворима, шуме Србије су у средњем веку биле практично непрегледне. Па чак и 1829. године путописац Ото Дубисав Пирх пише,описујући пут кроз Источну Србију: "Србија је тако богата са шумом да дрво нема никакву вредност". Путујући од Београда до Крагујевца примећује: "Јахали смо три дана кроз густе храстове шуме" (Чолић Д., 1951.).

Интензивно досељавање и множење становништва у XIX веку, довели су до крчења шума, како оних у близини насеља у нижим крајевима, тако и оних у планинама, ради испаше. Почетак XX века и доба либералног капитализма су означили даље уништавање шума. Затим долази период окупације и послератна социјалистичка изградња, у којој очување шума није био приоритет.

Као резултат свих наведених утицаја, дошло је до значајног смањења површине под "старим шумама". Осим тога, сечом су измењени микроклиматски услови и режим осветљења у шумама, што је могло да поремети раније успостављену равнотежу између ширине годова и климатских фактора. Ма како апсурдно звучало, све већа активност на заштити шума и појединих стабала дубоке старости, такође делује ограничавајуће, јер се тако смањује број стабала доступних сечи у научне сврхе.

ПЛАН, ОРГАНИЗАЦИЈА И РЕАЛИЗАЦИЈА ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

У истраживању смо применили више нивоа одабира узорака. Први ниво је био одабир по старости, дакле, за наше истраживање су били интересантни само узорци старији од почетка инструменталног периода у Југославији (од 1887. године). Показало се, међутим, да је таквих стабала релативно мало, и да су углавном сконцентрисана у неколико већих комплекса "прашума" европског типа, које су под различитим режимима заштите. Проучавајући већи број литературних извора, одредили смо подручја по том основу од примарног интереса за истраживање: Босутске шуме, планина Тара, Дурмитор, Шара, Кучајске планине и Бељаница. Овај списак је далеко од потпуног, али пресудан фактор за избор ових локација, нажалост, била је њихова транспортна доступност.

С обзиром да дрво боље реагује на температуру на горњој шумској граници (бар, теоријски), узимали смо тамо узорке и то би био други ниво одабира, унутар одређених подручја на Шари, Дурмитору и на Копаонику.

У погледу суше као лимитирајућег фактора, очекивали смо боље резултате код узорака који расту на кречњачкој подлози,па смо тамо тражили узорке на Бељаници, Кучају и Сувој планини.

Испитиване су корелације ширине годова за све узорке старије од 100 година, са температуром и падавинама и то: вегетациони период, годишње и сезонске вредности. Како је то уобичајено, посматрали смо у циљу елиминације случајних колебања и побољшања коефицијента корелације, покретне средње вредности за N=3 и N=5 са кораком од једне године. С обзиром да су за прираст важни и климатски услови протекле године, на исти начин је урађено и за њу. Тако је укупно урађено преко 2500 прорачуна вредности коефицијента корелације.

За реконструкцију климе у прошлости смо поставили релативно строг услов да је коефицијент корелације (r) између ширине годова и неког климатског елемента већи од 0.8. С обзиром да се у нашем случају ради о утврђивању (r) између појава које нису истородне (клима - прираст), како и да на прираст може утицати више фактора станишта, сматрамо да је овај услов неопходан као мера предострожности.

Као провера исправности добијених резултата корелационе анализе, коришћена су два теста: Пирсонов и Студентов тест, при чему је други био везан, пре свега, за тестирање дужине низа, неопходног за поуздано (r), и одређиван је по таблицама.

АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА ПО ВРСТАМА, ЛОКАЦИЈАМА И ВРЕДНОСТИМА КОЕФИЦИЈЕНТАКОРЕЛАЦИЈЕ

Од 42 обрађена узорка, било је највише примерака букве (12), а укупан број испитиваних врста износи 9. Код 13 узорака (r) је било веће од 0.8 за неки од климатских елемената, што износи 30.9% од укупног броја узорака. То се може сматрати релативно високим процентом, из чега се може закључити да метод има перспективу.

Мада је број узорака релативно мали за поузданија закључивања, чињеница је да су 42% узорака букве показала високе (r) са неким климатским елементом. Зато би се могло предпоставити да је буква релативно погодна за ову врсту истраживања у нашим крајевима. Преглед узорака по врстама дат је у табели 3.

ТАБЕЛА 3: АНАЛИЗА УЗОРАКА ПО ВРСТАМА:

Врста	број узорака	(r) > 0.8
ХРАСТ	2	1
БРЕСТ	1	-
БУКВА	12	5
ЦРНИ БОР	5	2
ЈЕЛА	9	2
СМРЧА	9	3
ЦРВЕНА КЛЕКА	2	-
ПАТУЉАСТА КЛЕКА	1	-
БОР КРИВУЉ	1	-
	42	13

Од укупно 14 узорака са већих надморских висина, код њих 5 смо добили (r) > 0.8. То је нешто изнад математичког очекивања, што иде у прилог тврдњи да је клима лимитирајући фактор прираста на већим висинама и да су та подручја погодна за дендрохронолошка истраживања и у нашој земљи.

Укупан број узорака на кречњачкој подлози био је 27. Вредности (r) > 0.8 је имало 8 узорака, што је у границама математичког очекивања, што наводи на предпоставку да геолошка подлога није пресудна у потенцирању фактора суше.

Од 13 узорака са вредностима (r) > 0.8, код њих 10 је температура одлучујућа за прираст, а само код 3 узорка одлучујуће су падавине. Сви примерци букве и смрче боље су реаговали на температуру.

С обзиром на годишње доба, на прираст имају највише утицаја температуре у току вегетационе сезоне (4 узорка) и лета (3). Уочили смо и велики утицај климатских услова протекле године на прираст, што захтева даља истраживања.

РЕЗУЛТАТИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ КЛИМЕ У ПРЕДИНСТРУМЕНТАЛНОМ ПЕРИОДУ У ЈУГОСЛАВИЈИ

Како је већ речено, код 13 узорака, (r) између ширине годоваи неког климатског елемента је био преко 0.8.За те узорке смо применили регресиону формулу и на основу вредности ширине годова добили смо вредности климатских елемената у прошлости. Међутим, дрво је живи организам који брже прираштује у младости, тако да је ширина година нешто већа, без обзира на климатске услове. Али, што је најважније и даље се на ширину годова одражава међугодишња варијабилност климатског елемента. Зато је потребно извршити стандардизацију података, односно уклонити биолошки тренд. То је урађено тако што су посматране једанаестогодишње покретне средње вредности, а вредности климатског елемента су посматране кроз одступање од једанаестогодишње вредности. Међутим, како предлажу неки аутори, морају се искључити вредности са почетка низа (првих 20 до 30), због великог прираста почетка живота дрвета. Зато је морало бити одбачено још 5 узорака. Пошто је још један одбачен због велике густине годова, у коначној реконструкцији климе је остало 7 узорака, од којих је 6 показивало најбоље везе са температурама а само 1 са падавинама.

Хронологије су приказане као одступања пентадних вредности климатских елемената. Одступања већа од доње стандардне девијације су тумачена као хладне фазе, а одступања већа од горње стандардне девијације као топле.

Упоредно посматрање узорака показује да има извесних одступања, проузрокованих вероватно антропогеним утицајем. Због тога су издвојене само фазе које се поклапају код свих узорака који су показивали добре везе са тем-

пературом и на основу тога смо за XIX век добили следећу хронологију: 1823/1827 до 1824/1828 (хладна фаза са 2 хладне пентаде), 1828/1832 до 1829/1833 (топла фаза), 1837/1841 (топла), 1859/1863 до 1861/1865 (хладна), 1864/1868 и 1866/1870 као топле фазе, 1868/1872 до 1869/1873 (хладна). Централне године фаза хронолошки издвојене изгледају овако: 1825-1826 (хладна), 1830-1831 (топла), 1839 (топла), 1861-1863 (хладна), 1866 и 1868 (топла) и 1870-1871 (хладна). Запажа се одсуство изразитијих хладних периода у четвртој, петој и шестој деценији XIX века, и велика променљивост температурних услова у седмој и почетком осме деценије.

Посебно су размотрени узорци са Дурмитора, јер је тамо антропогени утицај минималан, високе су вредности (r) велики је број узорака, најдуже су хронологије и узорци су у близини горње шумске границе. Узете су средње ширине годова за четири узорка који су показивали најбоље везе са климатским елементима. Покретне десетогодишње средње вредности средње годишње температуре и ширине годова су показале високу вредност (r) од 0.84.

Анализа података показује да након брзе смене топлог па хладног периода од 1816. до 1837, наступа дуга фаза колебања температуре углавном око средње вредности, након чега се седамдесетих улази у једну топлу фазу. То се у великој мери поклапа са подацима које даје Конова (1989.), која у XIX веку за северну хемисферу до 1880. године издваја следеће фазе: 1800-1820 (хладна), 1821-1834 (топла), 1835-1860 - колебања око средње вредности, 1861-1880 (топла фаза).

ЗАКЉУЧАК

У Југославији до сада није било дендроклиматолошких истраживања тако да ће неки резултати по први пут овде бити приказани. И поред тога што метод има извесна ограничења (анатомско-генетска, еколошка, антропогена), наш узорак од 44 стабла са 11 подручја у Србији и Црној Гори је доказао његову перспективност. Старост узорака се кретала од 104 до 420 година, а узимани су углавном у прашумским комплексима у вишим планинским пределима. Узорци у близини горње шумске границе, су показали минимално позитивно одступање од математичког очекивања у погледу вредности коефицијента корелације (R) између ширине годова и температуре.

Испитиване су вредности R између ширине годова и температуре и падавина за поједине сезоне, годину и вегетациони период и то за текућу и протеклу годину. Такође су испитиване покретне средње вредности. Строго постављен услов за реконструкцију климе од R > 0.8 између ширине годова и неког климатског елемента задовољило је 13 узорака, а најбоље резултате су показали узорци букве. Код 10 узорака су најбоље везе биле са температурама, а код 3 са падавинама. Високо поуздани резултати су добијени за реконструкцију температурних услова у XIX веку, где је издвојено укупно 12 годишњих фаза (5 топлих и 7 хладних). Посебно су анализирани подаци са подручја где је антропогени утицај минималан и они су показали добро подударање са подацима за температуре на северној хемисфери у XIX веку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуцић В.: РЕКОНСТРУКЦИЈА КЛИМАТА У ПРЕДИНСТРУМЕНТАЛНОМ ПЕРИОДУ, магистарска теза, Београд, 1995.
2. Ракићевић Т.: РЕГИОНАЛНИ РАСПОРЕД СУШЕ У СРБИЈИ, Гласник Српског географског друштва, св. LXVIII, СГД. Београд, 1988.
3. Битвинскас Т.: ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЈА, Гидрометеоиздат, Лењинград, 1974.
4. Чолић Д.: ЗАШТИТА ШУМА И ШУМСКИ РЕЗЕРВАТИ У СРБИЈИ, Научна књига, Београд, 1951.
5. Конова Н.: СИРКУЛЈАЦИОНЈИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЕКСТРЕМУМОВ, у зборнику ПАЕЛОКЛИМАТИ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЈА И ГОЛОЦЕНА, Наука, Москва, 1989.

АНАЛИЗА ТРЕНДОВА НИЗОВА ПАДАВИНА И ТЕМПЕРАТУРЕ У НАШОЈ ЗЕМЉИ У ОДНОСУ НА ЕЛ НИЊО ПЕРИОДЕ

Млађен Ћурић
Институт за метеорологију,Физички факултет,Београд

Abstract

Extreme climatic events occur around the globe evry year. Because the El Nino has become very visible in recent years as a dominant source of interannual climatic variability around the world, there is a need to provide a comparison between this events and time series of precipitation and temperature in selected region in Serbia. It is show that there is no significant similarity between the trends of these events, although in many cases climatic extrems coinside with El Nino.

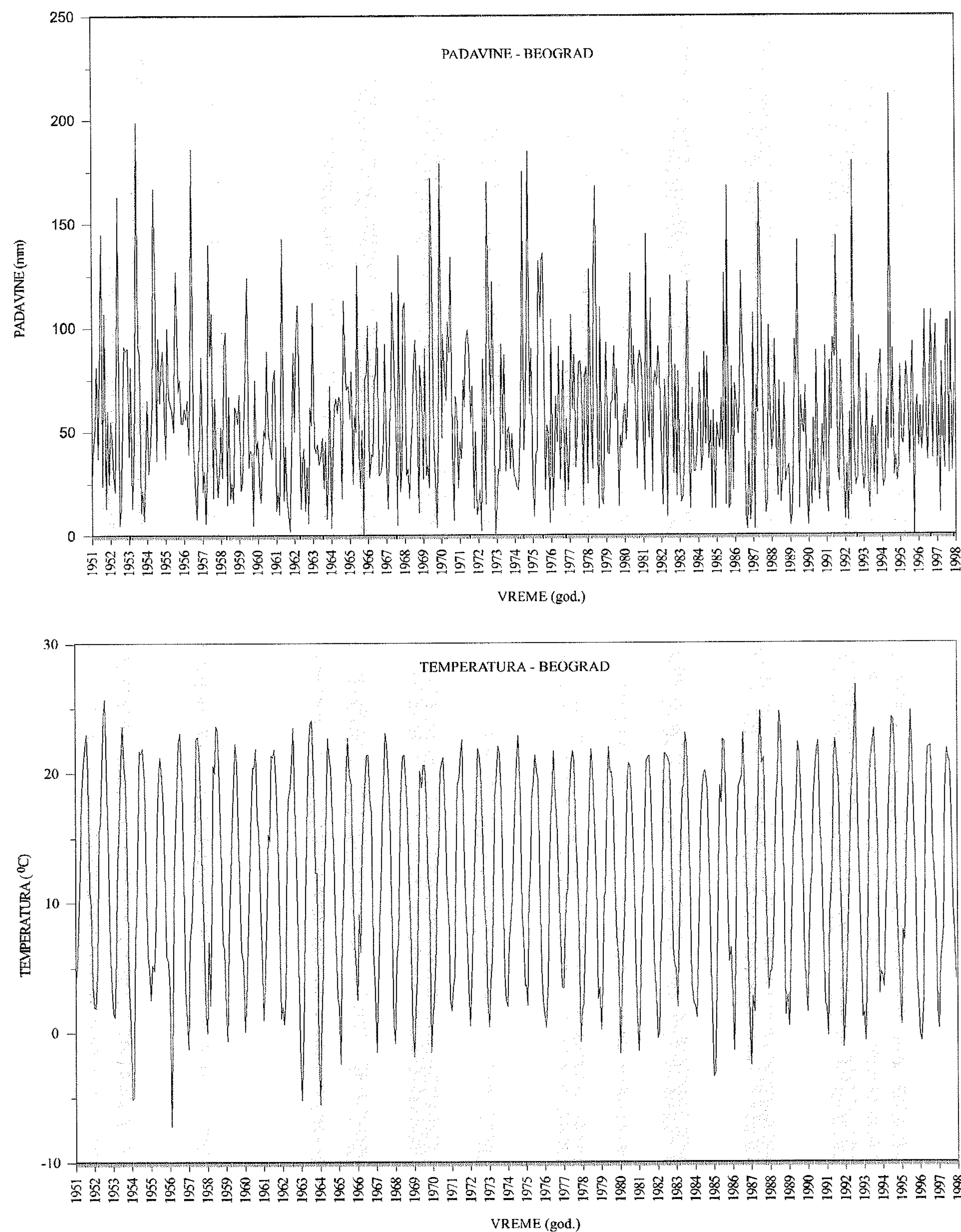
Абстракт

Екстремни климатски догађаји дешавају се сваке године у појединим деловима света. Последњих година је доказано да су многе климатске промене условљене Ел Нињом. Због тога се намеће потреба да се испита веза између појављивања Ел Ниња и трендова падавина и температуре у нашој земљи. Показано је да не постоји значајнија сличност између трендова ових догађаја, иако у доста периода постоји поклапање екстремних вредности посматраних величина са појавом Ел Ниња.

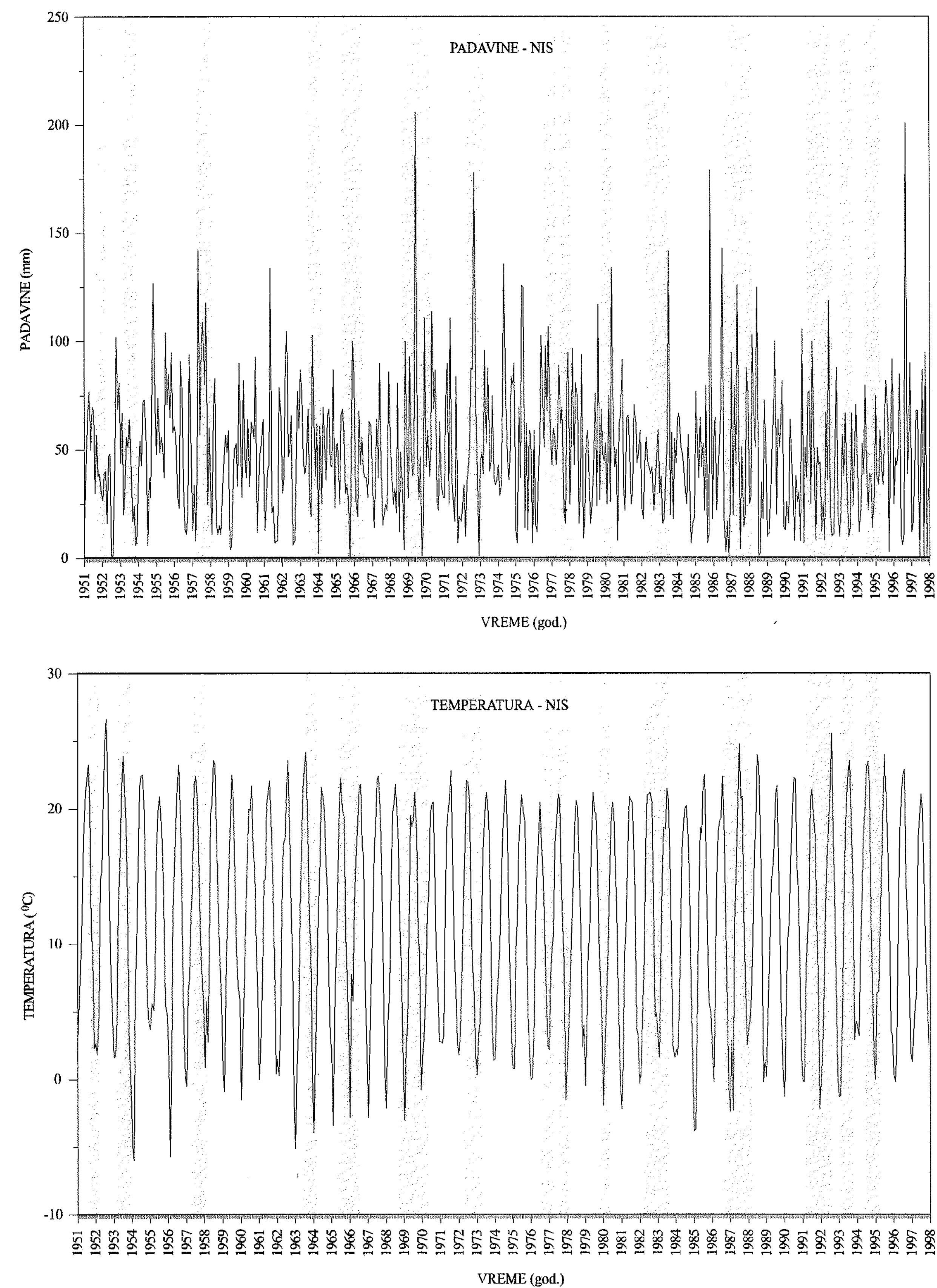
Увод

Сваке године се јавља у некој области Земље понеки екстремни климатски догађај. Они варирају у широком опсегу разновесности, од суше у неким областима до дуготрајних јаких киша, праћених поплавама, у другим областима (WMO, 1997). У последње време неки од ових климатских екстрема тумаче се као последица повременог отопљења океанске површине у екваторијалној области источног и централног Пацифика. Од основног интереса је да се позније механизам настанка овога феномена и како се сам феномен назива. Перуански рибари су у деветнаестом веку топлу океанску струју, која са запада запљускује њихову обалу, назвали Ел Нињо. Сам назив на шпанском језику значи "дечак" или "млади исус". Овакав назив су дали због тога што се струја појављивала у децембру месецу, око католичког Божића. Та струја није била једнако топла сваке године. Нарочито топла је била после сваких неколико година. Почетком двадесетог века британски научник Gilbert Walker је посветио пажњу том феномену. Он је закључио да је појава топле морске струје само једна манифестација иначе врло сложеног механизма атмосферских дешавања у тропском делу Пацифика. Он је први запазио да када јужно од екватора, у источном делу те области, постоји висок ваздушни притисак у западном делу мора бити низак и обратно. Или, када ваздушни притисак у источном делу опада истовремено у западном делу расте, и обратно. Због тога се тај цео феномен атмосферских и океанских дешавања назива Ел Нињо јужне осцилације (ENSO-EL Nino Southern Oscillation), Ropelewski (1988).

Поставља се једно основно питање-зашто се Ел Нињо појављује крајем децембра? За време северног лета у тропској области Пацифика у нижим деловима атмосфере дувају



Sl.1. Месечне вредности падавина (горе) и температура (доле) за Београд у периоду 1951-1997. Осенчене области представљају El-Niño периоде.



Sl.2. Месечне вредности падавина (горе) и температура (доле) за Ниш у периоду 1951-1997. Осенчене области представљају El-Niño периоде.

североисточни и југоисточни Пасати. У то време у северном делу Пацифика налази се северно-пацифички антициклон. Тај антициклон снажно појачава североисточни Пасат. Ти дуготрајни ветрови, компонентом брзине од истока према западу повлаче за собом топлу површинску воду океана. У то доба се, дакле, појављује топла источна морска струја, од обале Перуа до западних острва Индонезије. У то време дуж обала Перуа и Еквадора тече хладна јужна струја. Та хладнија вода је богата рибом и тада рибари имају добар улов. Крајем септембра и почетком октобра источна компонента ветра постепено слаби и, чак, прелази у западну компоненту. Са тиме се појављује топла западна морска струја која захвата Перуанске обале крајем децембра. Та топла вода није погодна за рибе, те се она повлачи у веће дубине, где је хладнија и храном богатија вода. Тада је врло слаб улов рибара, и отуда њихово велико интересовање за Ел Нињо, Glanty (1996), Yarnal i Diaz (1986).

За време Ел Ниња, изнад области са највећом прегрејаности воде, појављује се снажно узлазно кретање ваздуха. Као последица тога појављују се изузетно развијени конвективни облаци, из којих се излучују обилне падавине. Те падавине захватају и континентални део Перуа. Појављују се велике поплаве, наноси блата и јаки ветрови. Од таквих киша формирају се велика језера. Једно такво, дугачко 100 км, широко 50 км и дубоко око 10 м формирало се за време Ел Ниња који се јавио у сезони 1997/98. године. То је, према мерењима, најјачи до сада забележени Ел Нињо. Најјачи пре овога јавио се у зимском периоду 1982/83. године. Истовремено у западном делу тропског Пацифика (област Индонезије) јављају се силазна струјања сувог ваздуха која су праћена дефицитом падавина, сушом и честим пожарима.

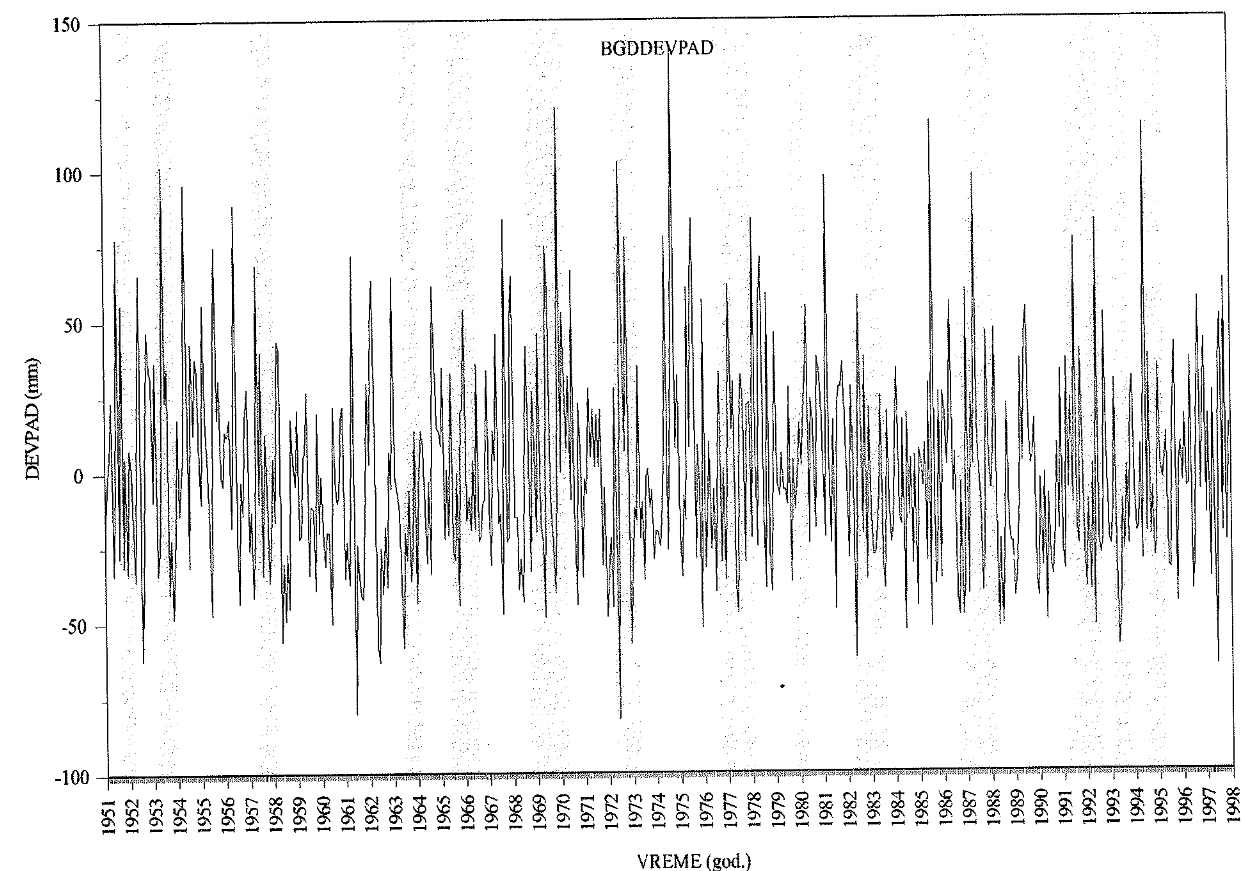
Шта је узрок повременом прегревању воде тропског Пацифика још се са сигурношћу не зна, Wang (1995). Претпоставља се да се ради о некој активности на океанском дну, или је везано за подводне земљотресе. Било какав да је узрочник, несеумљиво, описана активност која се дешава у систему атмосфера-океан у тропском Пацифику има снажан утицај на климу ширег подручја Земље (Chin, 1990; Bugyuan i Donghang, 1989; Gimeno i sar., 1998).

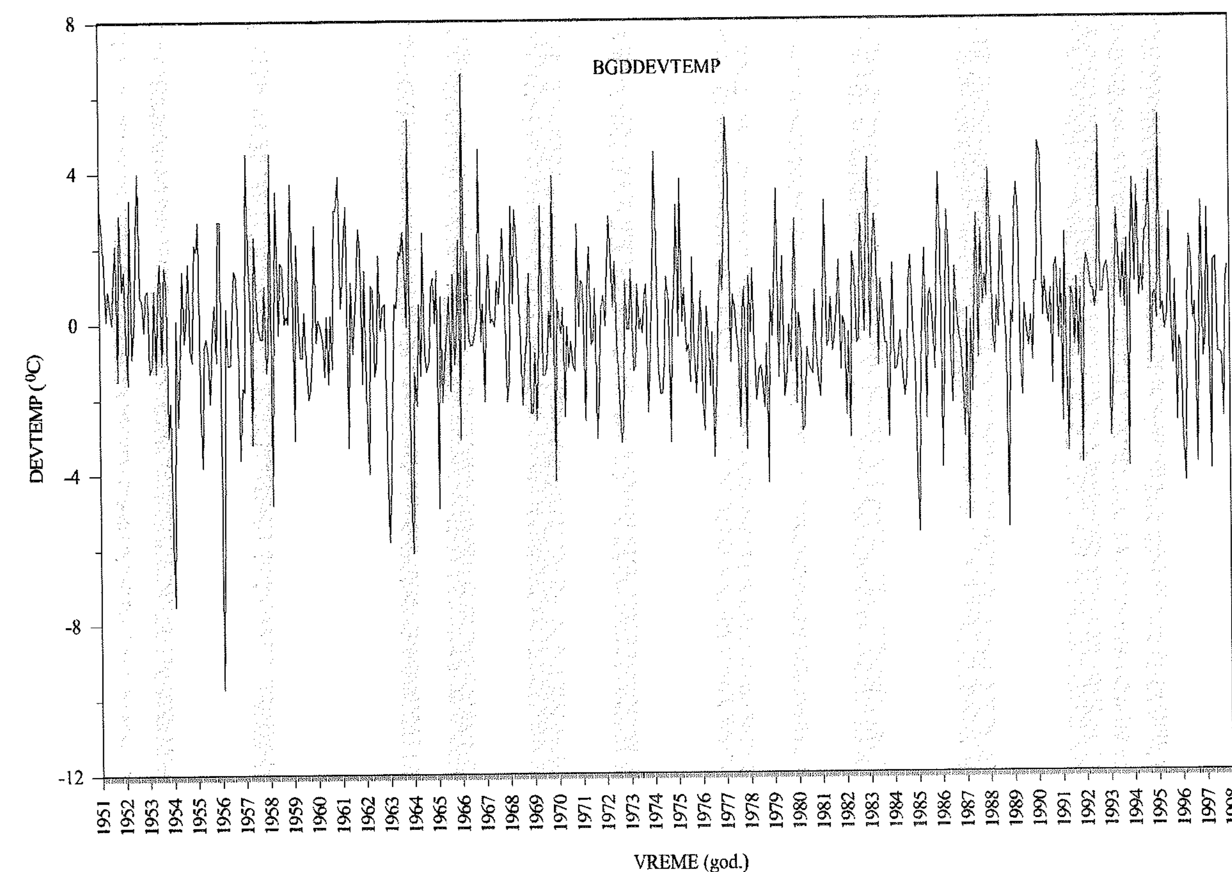
1. Анализа понашања низова падавина и температуре у Београду и Нишу

Одабрана је анализа низова падавина и температура, поред мноштва других метеоролошких елемената, због тога што ова два елемента најбоље карактеришу Ел Нињо периоде, и што су њихови низови, у принципу, најдужи и најпоузданији. Дужина низова, 1951-1997, узета је ради поређења са карактеристикама Ел Ниња који су се јавили у том периоду. Те карактеристике су добро описане у раду Trenberth (1997). Београд и Ниш су одабрани као места из исте климатске области, што је значајно због одабране методологије која се користи за анализу.

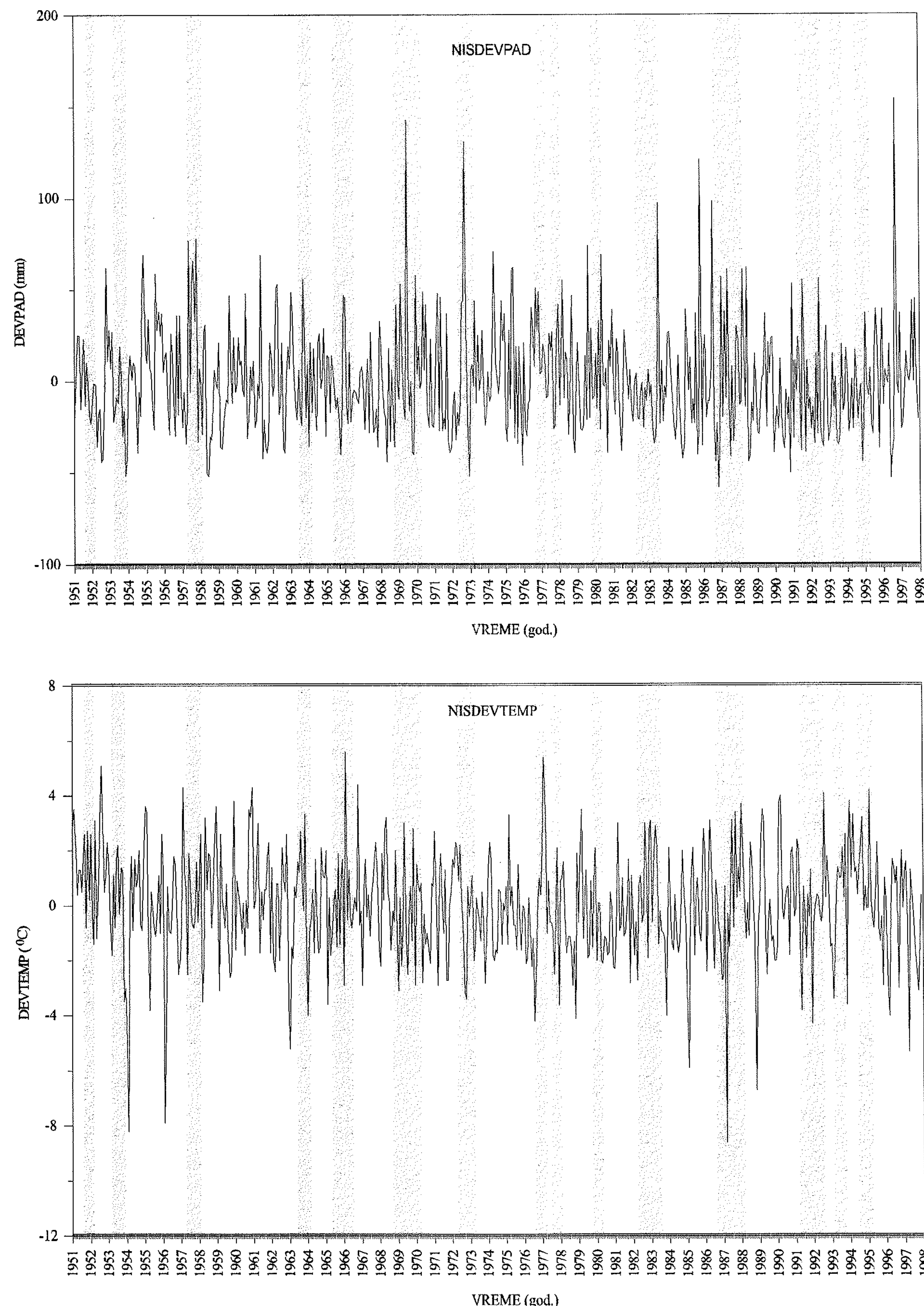
Као што је познато, једна метода за анализу низова података је метод тренда. Та метода би требало да укаже на општу тенденцију понашања, јер се овом методом врши уравнавање осцилација кратког трајања, а долазе до изражаја понашања са дужим периодима. Наравно, подразумева се да временски низови нису случајни, јер у њима тренд није присутан. Полази се, дакле, од хипотезе да клима не може бити случајна појава, као ни метеоролошки елементи преко којих се испољава, већ се она мења под сложеним дејством разних фактора. Овај, математички, концепт тренда (Kendall, 1983),који се најчешће користи, овде неће бити примењен, већ ће се користити метод који је за анализу Ел Ниња применио Trenberth (1997).

Према овом методу под Ел Нињом се подразумева отопљење површинске воде екваторијалног дела Пацифика које траје дуже од пет месеци. Област се налази између 5^0 северне и јужне географске ширине и између 90^0 - 150^0 западне географске дужине. Када је просечна месечна температура површинске воде већа за 0.5^0 C од дугогодишњег месечног просека и то најмање пет узастопних месеци каже се да се јавио Ел Нињо. Користећи податке температуре површине океана (у тачкама које су на растојању 2^0 x 2^0) Trenberth (1997) је нашао да је у периоду 1951-1997 било 16 Ел Нињо појављивања. Почетак и крај тих периода је приказан осенченим стубићима на сликама 1-4. Последњи, шеснаести, Ел Нињо није приказан иако је





Sl.3. Девијације месечних вредности падавина (горе) и температура (доле) за Београд у периоду 1951-1997. Осенчене области представљају El-Niño периоде.



Sl.4. Девијације месечних вредности падавина (горе) и температура (доле) за Ниш у периоду 1951-1997. Осенчене области представљају El-Niño периоде.

почео 1997. године, јер још траје (прогнозира се да ће се завршити у јуну 1998).

Такво једно прегрејано и дуготрајно жариште може да има утицаја и на климу далеких географских области (Gimeno и сар. 1998; Bugyuan i Donghang, 1989). Овде се полази од претпоставке да ако такав утицај постоји, код нас би се морао одразити на периодичност екстрема температуре и падавина изнад одабране области. Трајање екстрема и њихово време појављивања могло би бити другачије у односу на Ел Нињо. Одабрана област је централни део Србије. У њој је понашање низова падавина и температура слично, што се види са сл. 1 и 2. Слични ходови дозвољавају да се, ради лакоће, не рачунају просечне месечне вредности за област.

Посматрајмо месечне вредности за Београд веће од 150 мм. Видимо да су се такви екстреми појавили четрнаест пута (сл. 1). Половина од тога броја јавила се у време Ел Нинња. Такође је евидентно да никада немамо такву појаву која је трајала дуже од једног месеца. Слично понашање екстрема падавина је и за Ниш. Тамо су се месечне количине падавина веће од 150 мм јавиле само четири пута, од тога опет пола у време јављања Ел Нинња (сл. 2). Слично падавинама имамо и понашање средњих месечних температура. Ту је ход за две станице много сличнији него за падавине. Такође се види да време појављивања екстремних температура углавном не пада у исти месец као падавина. То је у сагласности са типичним годишњим ходом ова два метеоролошка елемента.

У сагласности са дефиницијом Ел Нинња, девијације месечних вредности температуре и падавина од одговарајућих вишегодишњих вредности требало би боље да прикажу евентуални утицај Ел Нинња од самих месечних вредности тих елемената. На сликама 3 и 4 приказане су те девијације за Београд и Ниш. Види се да су се месечне падавине у посматраном периоду у Београду јавиле 16 пута са вредношћу већом за 77 мм од одговарајућих просечних вредности, сл. 3. Толико се пута јавио и Ел Нињо у истом периоду. Такође се из података о девијацији температура налази да су се 16 пута десиле месечне температуре веће од просечних вишегодишњих за 3,6 °C. Слични прагови се могу наћи и за негативне девијације. За падавине у Београду тај праг је – 50 мм, а за температуру – 3,8 °C. Одговарајући позитивни прагови за Ниш су 59 мм и 3.6 °C а негативни –38 мм и –3,6 °C, сл. 4.

1. Завршна разматрања

Уместо закључка чини се погоднијим завршити овај рад са неколико питања. Прво питање је:да ли би се из претходног разматрања могло тврдити да је једнак број девијација датог елемента, с вредношћу преко одговарајућег прага, са бројем јављања Ел Нинња у истом периоду условљен са Ел Нињом? Очигледно не би, јер периодичност ова два догађаја није иста. Међутим, могли бисмо поставити и овакво питање. Да ли сваки пут Ел Нињо "оставља траг" на климу у некој области у временском периоду једнаког трајања и са истим кашњењем у односу на његово појављивање? Очигледно, одговор и на ово питање био би негативан. Јер, могао би се замислити механизам преношења утицаја Ел Нинња на много различитих начина, тако да дође тај утицај до дате области са различитом брзином.Преношење утицаја временских или климатских аномалија на далеке области, тзв "телеконекција", је иначе данас важно питање на које нема јединственог одговора (Glantz, 1996).

РЕФЕРЕНЦЕ

Bugyuan, Z. i Donghang, L., 1989: The relationship between the El Nino events and the drought or excessive rain of Northwest China during 1845-1988. Scientia Atmospherica Sinica, 16, 185-192.

Chiu, H.L., 1990: Spacial and temporal climatic variations in the tropical Atlantic and their relationship to ENSO. Ph.D Thesis, University of California, Berkeley, 183 str.

Gimeno, L., Garcia, R. i Hernandez, E., 1998: Precipitation in the Canary Islands in the seventeenth century and its relationship with El Nino events. Bul.Amer.Meteor. Soc., 79, 89-91.

Glantz, M.H., 1996: Currents of change: El Nino's impact on Climate and Society. Cambridge University Press, 194 str.

Kendall, M.G., 1983: The advanced theory of statistics: V. 3, Design and analysis and time-series, Longon Griffin, 895 str.

Ropelewski, C.F., 1988: The global climate for June-August 1988: A swing to the positive phase of the Southern Oscilation: Drought in the United States and abundant rain in monsoon areas. J.Climate, 1, 306-324.

Trenberth, K., 1997: The definition of El Nino. Bull.Amer.Meteor.Soc., 78, 2771-2777.

Wang, B., 1995: Interdecadal changes in El-Nino onset in the last four decades. J.Climate, 8, 267-285.

WMO, 1997: WMO statement on the states of the global climate in 1996. WMO, No. 858, 11 str.

Yarnal, B. i Diaz , H.F., 1986: Relationship between extremes of the Southern oscilation and the winter climate of the American Pacific coast. J.Climatol., 6, 197-219.

ПОТРЕБЕ САВРЕМЕНЕ МЕТЕОРОЛОГИЈЕ ЗА МЕРЕЊИМА

Млађен Ћурић
Институт за метеорологију, Физички факултет, Београд

Abstract

The short historical review of the development of meteorology, the scientific progress and the instruments used for measurement of the different elements is described. The finding and works of the Bergen School is treated, since it can be stated that they have established the new era in scientific weather forecasting. The improvements of all the three factors observations, tools and models is represented. The classification of the weather systems on or near the ground are ranged from extratropical cyclone to dust devil as well as the middle and high-level disturbances from long waves to in-cloud turbulent eddy.

Абстракт

Дат је кратак преглед развоја метеорологије, напредак науке и инструмената који су служили за мерење различитих метеоролошких елемената. Рад бергенске школе је посебно истакнут, пошто је она установила нов научни принцип прогнозирања. Приказана су побољшања осматрања, опреме и модела развоја временских система. Извршена је класификација временских система формираних при тлу, од вантропских до вртлога прашине. Класификовани су и временски системи који не додирују тло, од дугих таласа до облачне турбуленције.

Историјски преглед до формирања бергенске школе

Није могуће дати преглед потреба савремене метеорологије за подацима добијеним мерењима а да се при томе не прикаже краћи историјски ток у овој области. У том смислу потребно је напоменути да је период времена у коме се прате метеоролошка дешавања врло дуг, можда поуздано и не знамо колико је дуг. Ипак, овде је довољно да се осврнемо на нека поуздана писана документа која на јасан начин обележавају заинтересованост човека у свим историјским периодима за атмосферска дешавања. Међу драгуље таквих писаних докумената спада, без сумње, Аристотелова књига Метеорологика (Аристотел, 1983). То је драгоцена збирка емпиријских чињеница о времену и клими. Иако настала пре више од 2300 година (тачна година настанка се не наводи, јер је дело писано у дужем периоду његова живота) у њој је демонстриран дубоко научни приступ тумачења разнородних појава. Она је научна не толико по резултату, већ по научном методу. Ослањајући се на учење о четири елемента насталих из представе о два испарења - сувом и влажном, он тумачи јединство настанка појава широког дијапазона, од ветрова, падавина, земљотреса, комета, итд. Дар за тумачење атмосферских појава код Аристотела треба вероватно тражити и у његовом оцу Никоману, који је био дворски врач (прогностичар) македонског цара Аминта II.

И код других "записивача" тога времена налазимо језгровите записе о карактеру метеоролошких појава. Тако је Плутах записао одлике падавина из кумулонимбусних облака. Оне настају према њему, као када дрво, на чијим листовима има пуно капљица воде, нагло протресемо. Имамо записа о карактеру појава и из још ранијег периода. Тако, у Кини су нађени, у ископинама, кости животиња на којима су бележене одлике кише. У ближем историјском периоду број таквих записа прогресивно расте. Има их доста и са наших подручја. Такве записе из периода малог леденог доба, 1350-1850. године, из књига Стојановића (1902-1927), педантно је обрадио Вујевић (1931).

Записи о метеоролошким појавама, ма како били језгровити, су нужно непрецизни ако нису праћени са измереним подацима. Мерењима су претходили напори да се конструишу поуздани инструменти. Први термометар је пронашао Galileo Galilei 1592. год. а барометар Toričeli 1643. године. Одмах после тога отпочело се са редовним мерењима температуре и притиска ваздуха на више места. Тако већ 1645. године Academia del Cimento из

Фиренце организовала је прву метеоролошку мрежу од 11 станица за мерење температуре и падавина у северној Италији. Мерења су вршена до 1667. године. Знатно касније, 1780. године, научно друштво Societas Meteorologica Palatina из Баварске донело је одлуку да организује мерења и сакупља метеоролошке податке из Европе до Гренланда и Северне Америке. Све станице су радиле према истим упутствима и инструменти су били израђени у истој радионици. Десетогодишња мерења, од петнаест (колико се дуго мерило) објављена су у дванаест књига. То је био јединствен материјал те врсте и служио је као ризница за даља проучавања карактеристика времена. На основу овога материјала Brandes је 1826. године нацртао прве карте о ветровима и ваздушном притиску.
Све до открића телеграфа, од стране Gausa i Vebera , 1934. године није било могуће свакодневно оперативно коришћење ових података. Могућност брзог преноса података први пут је искоришћена у Лондону 1848. год. за време Светске изложбе. Тада су цртане прве карте које су служиле за дневну прогнозу времена.

Иако су од тада технички услови дозвољавали да се метеоролошки подаци свакодневно користе за цртање временских карата, та се могућност није користила више деситина година. За време Кримског рата, у новембру 1854. године, десило се катастрофално оштећење француске ратне флоте у Црном мору због веома јаке олује. Тада је велики француски природњак Leverrier тврдио да се катастрофа могла избећи да се располагало са временским картама за тај дан. Захваљујући његовом великом ауторитету, залагања за цртање временских карата остварила су се у Паризу 16 септембра 1863. године. То је означило прекретницу у развоју метеорологије. Од тада се редовно прати развој времена изнад великре области Земље. Пример Француске следиле су и друге земље. Цртање дневних временских карата одмах започиње Аустро-Угарска (1865), затим Сједињене Америчке државе (1871). Велика Британија (1872), Русија (1873), Данска и Шведска (1[illegible]4), Немачка (1876), итд. У наошој земљи такве карте се оперативно користе од 1933. године.

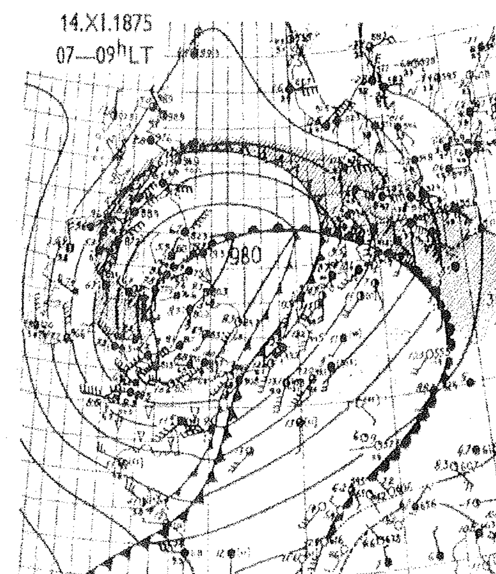
Нажалост, квалитет осматрања и густина мреже били су врло лоши. Осматрања су често била не синхронизована и двадесетчетворочасовно мерење је било недовољно. Све је то отежавало да се стекне права слика о моделу атмосферских процеса. Нарочито су те старе карте лоше приказивале циклоне и антициклоне изнад Атлантика. Ипак, треба истаћи да је адмирал Fitz Roy (командир брода Beagle са којим је Charles Darwin 1831-1836. године путовао око света) као први шеф Метеоролошке службе у Лондону врло лепо приказивао временске системе вантропских ширина. Његов модел циклона публикован 1863. године садржи хладну струју са севера у задњем делу и топлу струју са југа у предњем делу (Fitz Roy, 1863). Тај модел није доживео потпунију афирмацију, иако је то врло исправан модел, због његове преране смрти (1865.године). Некако у исто време, друга значајна личност енглеске науке,Francis Galton (рођак Charlesa Darwina и касније пионир статистичке генетике) покушао је да на сажет начин прикаже метеоролошке податке са свих 300 метеоролошких станица Европе. Он је свој метод приказао у раду Meteorographica (Galton, 1863). Нажалост, после 1870. године Galton напушта активни рад у метеорологији а његове лепе идеје није нико други следио. Практично нико други у Европи није ни после 50 година на тако рационалан начин приказивао метеоролошке податке.

У периоду од 1865-1915. код метеоролога који су се бавили проучавањем функционисања метеоролошких феномена нарастало је разочарење. Они су морали да тумаче све временске феномене само на основу извештаја из оскудне мреже приземних мерења, датих помоћу некомплетних кодова, и без аеролошких података. Такву констатацију је дао водећи истраживач у шведском прогностичком центру Ekholm током 1904. године (Bergeron, 1980).

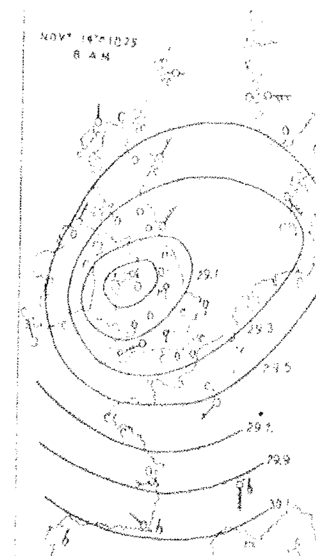
Као одговор на постојеће неодрживо стање Извештаја из европске метеоролошке мреже уведена су нова мерења. Одмах после 1910. године започињу сондажна мерења помоћу авиона. Данска метеоролошка служба 1915. године уводи рутинска сондирања атмосфере до висине од 4,5 до 5 км. Шеф авијатичара J. Bakkenes је био оспособљен да лети чак кроз нимбостратус без посебних инструмената за слепо летење. За крило авиона је био обешен метеорограф, који је записивао атмосферски притисак и температуру. Пилот би се после достигнуте висине од 4-5 км брзо приземљио, да би обезбедио свеже податке. Такав начин сондирања задржан је и између два светска рата. Пре тога, метеорограф је везиван за балоне без посаде који су достизали висину и до 18 км. Иначе, балон је пронашао Montgolfier далеке 1783. године. Знаменити Gay-Lussac се 1804. године пео у балону до висине од 7 км и тачно мерио температуру и притисак Знатно после тога, од 1890-тих коришћени су балони без посаде. Недостатак оваквог сондирања је тај што су измерени подаци каснили данима. Прво сондирање -атмосфере, сматра се, извршено је 1749. године у Глазгову. Тада је био термометар везан за змаја (Golden и сар., 1986).

Коришћењем авиосондирања и радио преноса података са бродова после 1910. године знатно је олакшало метеоролозима да створе бољу просторну слику о дешавањима у атмосфери. Ако се овоме додају посебно добри радни услови и

концентрација научника која је била остварена у Бергену (Норвешка), није никакво чудо да је ускоро после тога уследио модел циклона вантропских ширина. Модел који је од 1919 до данас непревазиђен у главним карактеристикама. Тај модел развоја циклона могао је бити тако приказан захваљујући гушћој мрежи приземних станица (у Норвешкој је 10 пута повећана густина у то доба) и развоју индиректне аерологије. Индиректна аерологија је била заснована на индиректној евиденцији кретања ваздуха, влажности и температурних услова на висини која је следила из осматрања облака и хидрометеора у приземној мерној мрежи. Тако је после шездесетогодишњег коришћења синоптичких карата била разјашњена структура хладног и топлог фронта.



a. T. Bergeron 1935.



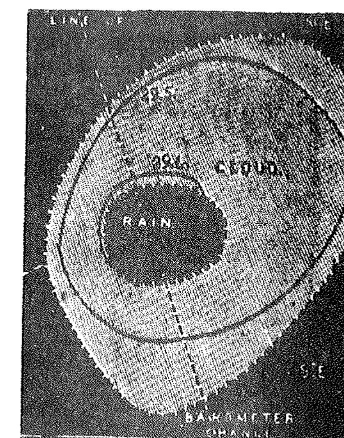


Diagram of typical Cyclone Weather, Nov. 14th, 18

b.—c*. R. Abercromby 1878

Сл.1 Анализа исте временске ситуације после (а) и пре (b, c) прихватања модела циклона бергенске школе

Несумљиво да је додатан подстицај развоју модела циклона био и уговор који је потписала истраживачка група из Бергена са министарством за пољопривреду Норвешке (Jewell, 1980). Наиме, јавност у Норвешкој је била упозната да у Шведској фармери могу добити прогнозе времена преко телефона. У интересу развоја пољопривреде то исто је тражено од норвешке метеоролошке службе. Служба је одговорила да има много проблема који то не дозвољавају. Са таквим одговором је била врло узнемирена и незадовољна група из Бергена. Уследило је потписивање уговора којим се финансира пројекат који нуди прогнозе времена које ће развити пољопривреду. Тада су сви чланови групе постали метеоролози практичари. Покушали су да дају што је могуће боље прогнозе за фармере. Захваљујући средствима од потписаног пројекта они су знатно повећали број мерних места у Норвешкој. То је одлучујуће побошало слику о процесима у атмосфери.

Колико је модел развоја циклона бергенске школе побољшао интерпретацију измерених података види се на Сл.1. На њој је приказана анализа исте временске ситуације и на основу истих података од 14.11.1875. године после прихватања тога модела (Сл.1а) и знатно пре (Сл.1 b, c: Abercromby, 1878).

Мерења за потребе мезометеорологије

На синоптичким картама често се запажају у појединим тачкама екстремне вредности притиска, ветра, температуре, итд. Такви подаци могу бити погрешни због лошег мерења, преноса података или неког другог разлога. Међутим, они могу бити одраз стварног стања атмосфере у области знатно мањој од синоптичких размера. Такви подаци представљају под-синоптичке поремећаје који имају просторне и временске размере сувише мале да би се могли анализирати на синоптичким картама.

Развој авиосаобраћаја 1930-тих година захтевао је и прецизније податке о времену. Олујни облаци, и са њима повезани олујни фронтови, често су изазивали несреће у различитим деловима света. Због тога се наметала потреба за гушћом, под-синоптичком мрежом мерења. Пример првих таквих мерних мрежа приказан је у табели 1. Анализе података из ових мерења могу се наћи у

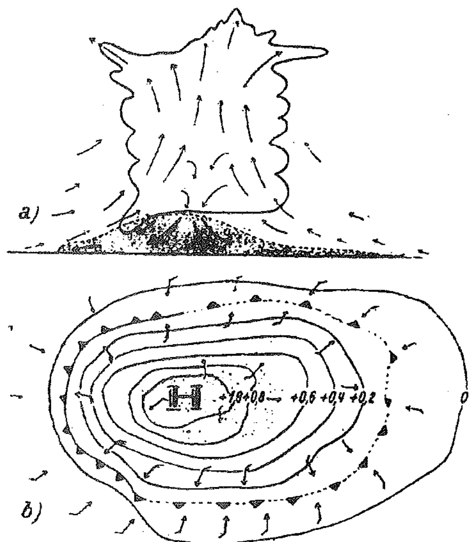
радовима Koschmiedera (1955), Fujiwara (1943) и Byers i Braham (1949).

Табела 1. Прве под-синоптичке мерне мреже

Године	Локација	Земља	Број станица	Растојање
1939-41	Линденберг	Немачка	19	3-20
1940	Маебаши	Јапан	20	8-13
1946	Флорида	САД	50	2
1947	Охајо	сад	58	3

Поједини истраживачи су покушали да објасне процесе подмрежних размера, иако нису располагали са гушћом мрежом. Тако је Suckstorff (1938) описао појаве које су условљене истицањем хладног ваздуха испод базе олујног облака. Он је трансформисао податке са једне станице, мерене у честим узастопним тренуцима времена (временска оса) у просторну осу која је у смеру кретања облака. Његов резултат приказан је на Сл.2. Иако је анализа рађена на основу оскудних података закључци не одступају много од савремених сазнања о овом процесу (Ћурић, 1980).

Метеоролошки радар се по први пут у историји користио за идентификацију карактеристика и области са падавинама, истовремено са приземним подацима у Пројекту олује (Byers and Braham, 1949). Тада је установљено да се са радаром могу добити корисне информације о структури и понашању дела атмосфере који није покривен другим микро или синоптичким мерењима.



Сл. 2. Истицање хладног ваздуха испод базе Cb облака према Suckstroffu (1938).

Карактеристике падавинама, које су несумњиво значајне, а појављују се на размерама сувише великим да би се могле сагледати из осматрања на једној станици, и сувише су мале да би се уочиле на синоптичким картама, могу се лепо добити помоћу радара. Феномени тих размера се називају мезоразмерни процеси. До данас је развијено низ погодних техника да се помоћу радара мере падавине. Једна од њих је АТИ метода (Ћурић и сар. 1991).

Тих, педесетих година формулисан је у Америци и први Пројекат за одређивање карактеристика хладног фронта помоћу радара (Swingle и Rosenberg, 1953). Такви Пројекти су настављени и касније неколико пута. Сваки следећи пут уведена је нова мерна техника. Поред класичних радара користе се и доплерови радари, авио лабораторије (опремљене са инструментима за мерење микрокарактеристика облака) класична сондажна мерења и падајуће сонде. Као резултат тако прецизних мерења сазнала се потпуна структура фронта, од облика, динамичких карактеристика до еволуције елемената облака и падавина (Hobbs и сар. 1980; Hobbs, 1989); House и сар., 1990).

Један од главних резултата тих мерења везаних за хладни фронт јесте да је показано да је профил фронталне површине заталасан у многим ситуацијама. То је потврдило ранији теоријски налаз Ćurića (1979, 1987) да се у пракси примарни и секундарни фронт погрешно тумаче на основу постојећих синоптичких мерења. Наиме, показао је да је секундарни и примарни фронт уствари део једне исте, али заталасане површине. Но, увек је потребно сваки теоријски налаз, који углавном предњачи, доказати и мерењима.

Један од најпознатијих истраживача мезопроцеса је свакако Fujita (1963). Да би боље предочио прогностичарима мезоразмерне процесе при конвективном времену Fujita је публиковао у боји анализу тих мезопроцеса. Тиме је постигао да, слично бергенској школи, комликоване анализе учини доступним прогностичарима, заинтересује их за проблем и усмери их да не пренебрегавају мезопоремећаје, већ да их суперпонирају на поремећаје синоптичких размера.

Комбинујући најсавременије технике мерења, са класичним, данас се може рећи да су сви временски системи сагледани у погледу њихових димензија, трајања и екстремних вредности неких метеоролошких елемената који их карактеришу. Са овим основним карактеристикама морају се руководити метеоролози када доносе одлуке како оперативно пратити ове системе. За системе времена, онакве какви се појављују у приземљу, главне карактеристике су приказане у табели 2.

Табела 2. Карактеристике временских система на, или близу земље (Fujita, 1986).

Систем	Хориз.размере	Трајање	Мак.ветар
Вантропски циклон	500-2000 km	3-15 дана	55 m/s
Хладни фронт	500-2000 km	3-7 дана	25 m/s
Антициклон	500-2000 km	3-15 дана	10 m/s
Топли фронт	400-1000 km	1-3 дана	15 m/s
Харикен	300-2000 km	1-7 дана	90 m/s
Тропски циклон	300-1500 km	3-15 дана	33 m/s
Тропска депресија	300-1000 km	3-10 дана	17 m/s
Суви фронт	200-1000 km	1-3 дана	20 m/s
Тајфун	50-300 km	2-5 дана	50 m/s
Мезоантициклон	10-500 km	3-12 сати	25 m/s
Олујни фронт	10-300 km	0,5-6 сати	35 m/s
Мезоциклон	10-100 km	0,5-6 сати	60 m/s
Падајући ветар	10-100 km	2-12 сати	55 m/s
Макрослапови ваздуха	4-20 km	10-60 мин.	40 m/s
Микрослапови ваздуха	1-4 km	2-15 мин	70 m/s
Торнадо	30-3000 m	0,5-90 мин	100 m/s
Усисни вртлози	5-50 m	6-60 s	160 m/s
Вртлози прашине	1-100 m	0,2-15 мин	40 m/s

Табела 3. Размере и трајање временских система који не додирују тло (Fujita, 1986).

Систем	Хориз. размера	Трајање
Дуги таласи	8000-40000 km	15 – дана
Кратки таласи	3000-8000 km	3-15 дана
Циклонски таласи	1000-3000 km	2-5 дана
Млазна струја	1000-8000 km	5-15 дана
Ниска млазна струја	300-1000 km	1-3 дана
Траг струје	200-1000 km	2-5 дана
Наковањ конвективне скупине	50-1000 km	3-36 сати
Индивидуални наковањ	30-200 km	1-5 сати
Суперћелијски облак	20-50 km	2-6 сати
Кумулонимбус	10-30 km	1-3 сата
Кумулус	2-5 km	10-100 минута
Облачна кула	2-5 km	2-10 минута
Вртлог торнада	1-5 km	20-90 минута
Облачно кубе	100-500 m	1-3 минута
Термик	100-1000 m	5-20 минута
Облачна турбуленција	10-100 m	променљиво

Временски системи који се налазе на средњим и већим висинама у атмосфери имају типичне карактеристике које су приказане у Табели 3.

Из табела се примећује да углавном важи правило: што су процеси мањих размера – они краће трају. Са становишта праћења тих временских система то причињава двоструки проблем. Треба имати континуарнија мерења и у простору и времену. Није могуће организовати толику густину мерне мреже да би се идентификовао, нпр. вртлог прашине на класичан начин мерења. Због тога је потребно увести мерну мрежу која омогућава практично континуарна мерења у простору и времену. Тако, чине се напори да се уведе мрежа класичних радарских мерења изнад великих области. Једна таква мрежа се управо успоставља изнад целе Европе (Meischner и сар., 1997). Мрежа доплерових радара даје један већи квалитет, и разноврсност измерених величина. Изнад целе области САД већ је уведена таква мрежа од преко 150 доплерових радара у мрежи.

Након искуства стеченог мерењем карактеристика стратосфере и мезосфере помоћу UHF и VHF радара постало је јасно да се овакви радари могу користити за мерење доплерових брзина и у тропосфери. Тако, од 1980. год. ова техника се уводи у метеорологију и позната је под називом Профајлери ветра (Monna и сар., 1998; Golden и сар. 1986; Schlatter и сар., 1994). У Европи се развој и примена овога система спроводи координирано у оквиру Европске уније од 1987. године. Слична мрежа се уводи у Јапану и Аустралији (Vincent и сар, 1987).

За мерење профила температуре и водене паре користе се Термодинамички профајлери. Такође

као савремена мерна техника уводе се: акустични доплерови радари, лидари као и хибридни сондажни системи (Golden, 1986; Fokianos и сар.,1998).

Посебна пажња се поклања новим генерацијама геостационарних сателита. Тако, у припреми је MGS (Meteosat Second Generation) који ће служити од 2000 до 2012. године. Друга генерација ових сателита има многа побољшања у односу на ранију верзију. Повећан је број електронских канала (од три на десет), побољшана оштрина снимања (један километар у ширини висуелног канала високе резолуције) и брзина понављања слике (скраћена је од 30 на 15 мин.). Овакав сателит ће се моћи користити за предочавање времена, нарочито у случају наиласка јаких олуја и других опасних појава изнад Европе, Африке и Атлантског океана.

Наравно, потребе метеорологије за савременим мерењима овим се не исцрпљује. Напротив, увећавају се захтеви за што бољом мерном техником микроелемената облака и падавина. То омогућава метеорологији данас да обавља једну фундаментално важну функцију. А то је, да добрим познавањем процеса у атмосфери врши контролисану измену неких процеса. Тако, данас се тим послом метеоролози успешно баве са циљем да: повећају количину падавина (кише или снега); смање падање града; спрече појаву магле; смање штете од електричних пражњења и других појава.

Референце

Abercromby, R., 1878: On the general character and principal sources of variation in the weather at any part of a cyclon or anticyclone. Quart. J. Met. Soc., 4, 1.
Аристотель , 1983: Метеорологика. Гидрометеоиздат, Ленинград, 240 стр.
Bergeron, T., 1980: Synoptic meteorology: An historical review, PAGEOPH, 119, 443-473.
Byers, H.R., и R.R. Braham, 1949: The thunderstorm. Weather Bureau, Washington D.C., 287 str.
Galton, F., 1863: Meteorographica, or methods of mapping the weather. Macmillan, London.
Golden, J. H., R. Serafin, V. Lally, i J. Facundo, 1986: Atmospheric sounding systems. У: Mesoscale meteorology and forecasting (Ed. P.Ray). Amer. Met. Soc., 50-70.
Ćurić, M., 1980: Dynamics of a cold air outflow from the base of the thunderstorm. A simple model. J. Rech. Atmos., 14, 493-498.
Ćurić, M., 1979: An example of a waveform of the frontal profile. Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. A, 28, 113-126.
Ćurić, M., 1987: Dependence of the mesostructure of the cold front cloud system on the shape of frontal profile. Geofizika, 4, 5-15.
Ћурић, М., Д. Јанц и В. Вучковић, 1991: Радарске процене падавина АТИ методом. II Југословенска конференција о модификацији времена, 2-4 април 1991, Маврово, 50 - 60.
Fitz Roy, R., 1863: The weather book. A manual of practical meteorology, London.
Fokianos,K. и сар., 1998: On combinining instruments.J. Appl. Meteor.,37, 220-226.
Fujita, T. T., 1963: Analytical mesometeorology: A review. У: Severe local storms. Meteor. Monog., 5, Amer. Met. Soc. 77-125.
Fujita, T. T., 1986: Mesoscale classification. У: Mesoscale meteorology and forecasting (Ed. P. Ray). Amer. Met. Soc., 18-35.
Fujiwara, S. 1943: Report of thunderstorm observation project. Japan Meteorological Agency, Tokyo, 248 стр
Hobbs, P. V., 1989: Research on clouds and precipitation past, present and future. Bull. Amer. Meteor. Soc., 70, 282-285.
Hobbs, P. V., T. J. Matejka, P. H. Herzegh, J. D. Locatelli и R. A. House, Jr., 1980: The mesoscale and microscale structure and organization of slouds and precipitation in midlatitude cyclones, I: A case study of a cold front. J. Atmos. Sci., 37, 568-596.
Houze, R.A., B.F. Smull и P.Dodge, 1990: Mesoscale organization of springtime rainstorms in Oklahoma, Mon. Wea. Rev., 117, 613-654.
Jewell, R., 1980: The Bergeron's first year in the Bergen school: Towards an historical appreciation. GAGEOPH, 119, 474-490.
Koschmieder, H., 1955: Ergebnisse der Deutschen Boenmessungen, 1939/41. Wieweg – Sohn, Braunschweig, 148 стр.
Meischner, P. и сар. 1997: Advanced weather radar systems in Europa: The COST 75 Action. Bull. Amer. Meteor. Soc., 78, 1411-1419.
Monna, W. A. и R. B. Chadwick, 1998: Remote-sensing of upper-air winds for weather forecasting: wind-profiler radar. Bulletin WMO, 47, 124-132.
Stojanović, Lj., 1902-1927: Anciens note et inscriptions Serbs. Liv. I-VII, Beograd – S. Karlovci.
Suckstroff, G.A., 1938: Kaltlufterzengung durch Niederschrag. Z. Meteor., 55, 287-292.
Vincent, R.A., и сар. 1997: First results with the Adelaide VHF radar: spaced antenna studies of tropospheric winds. J. Atmos. Terr. Phys., 49, 353-366.
Vujović, P., 1931: Documents historiques sur les variations de climat dans les territoires du Royaume de Yougoslavie et des contrees avoisanantes. Imprimerie d'etat du Royaume de Yougoslavie, Beograd, 58 стр.

УРБАНА КЛИМА НОВОГ САДА

Златица Попов,дипл.мет.,
Републички хидрометеоролошки завод Србије, метеоролошка опсерваторија Нови Сад, Петроварадинска тврђава, 21000 Нови Сад, Југославија

Abstract

The urban surface of Novi Sad (250000 inhabitants) take a place of 10981 ha which is mostly located along the left bankriver of the Danube in the plane, 79 - 89 km above see level, ide and in the foothill of the Fruska Gora. Namely, the coefficient of aerodynamic roughness of the terrain z_0 *in the town varies from about 0.4m on the outskirts of the city, to about 2.5 m in the center of the city. In the same time sky view factor* Ψ_{sky} *decrease from about 0.9 at the suburban settlement to about 0.35 in some narrow streets in the center of the town. Intending to emphasize the significant of the investigation in urban climate in Novi Sad, I have analyzed urban anomalies of some climatological elements in the town.*

Абстракт

У намери да истакнем значај истраживања у области урбане климе у овом раду сам анализирала урбане аномалије појединих климатских елемената на подручју Новог Сада, града који са 250000 становника лежи на 10981 ха већим делом дуж леве обале Дунава, у подножју Фрушке Горе и у којем коефицијенат рапавости з0 и фактор видика неба Ψскй варирају од 0.4м односно 0.9 на периферији до 2.5м и 0.35 у центру града.

УВОД

С обзиром да на подручју Новог Сада не постоји мрежа станица на основу које би се могао пратити утицај урбане средине на климатске карактеристике града у овој студији ће бити искоришћени подаци прикупљени истовремено, у климатолошким терминима, на главној метеоролошкој станици Римски Шанчеви смештеној у равници на надморској висини од 86 m, у руралној средини под пољо-привредном вегетацијом, око два и по километра северно од периферије града и климатолошкој станици Петроварадин, на надморској висини од 132 m, на највишем бедему субурбане области Петроварадинске тврђаве, смештене на изолованом брду у насељу Петроварадин, непосредно уз реку Дунав и недалеко, око километар и по источно, од центра града. На горњем платоу Петроварадинске тврђаве, поред бедема на којем је смештена станица, на 43% укупне површине изграђени су двоспратни и троспратни објекти, који су окружени мрежом путева и паркинга, док је преостали део под вегетацијом. И поред

чињенице да растојање од 8.3 km између ових станица није велико, због специфичности њиховог положаја можемо очекивати значајне вредности климатских аномалија које су последица тих локација: локалне топографије, близине Дунава, близине урбане површине Новог Сада, структуре терена изнад којег се врше мерења ... Нереално би, међутим, било очекивати да се на основу анализираних података може егзактно утврдити утицај урбане средине на поједине климатске елементе, јер би локална топографија, и без присуства урбане средине, на поменутим локацијама условљавала извесне климатске аномалије. Иако је релативни допринос урбаних климатских аномалија, у оваквим условима, веома тешко установити, у овом раду ће бити дискутоване сезонске аномалије температуре, влажности ваздуха, ветра и појаве магле, на наведеним локацијама у периоду од 1961. до 1990. године, док ће за анализу урбаних аномалија падавина бити искоришћени и подаци прикупљени из мреже падавинских станица лоцираних на растојању мањем од 30 km од града.

а) ТЕМПЕРАТУРА

Постојање значајних разлика у температури ваздуха измереној на Петроварадинској

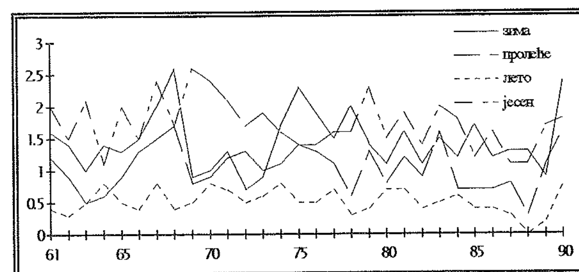
тврђави и Римским Шанчевима може се приписати различитим узроцима. Један од њих је разлика у надморској висини станица, због које је, нарочито у јутарњим сатима, када је атмосфера стабилно стратификована, реално очекивати позитивну вредност ове аномалије, због инверзије. Током дана, када је атмосфера нестабилно стратификована, због разлике у надморским висинама ових станица, разлика температура требало би да буде негативна.

Други узрок значајних разлика у температури између Петроварадинске тврђаве и Римских Шанчева је положај станица у односу на урбану површину Новог Сада. Наиме, урбана острва топлоте, најинтензивнија у току стабилних синоптичких ситуација с ведрим небом и слабим ветром, рапидно расту по интензитету око и непосредно после заласка сунца, и достижу свој максимум три до пет сати касније. Током ноћи ΔTu-r опада споро, понекад чак незнатно, али се зато брзо нарушава после свитања. Преко дана је интентензитет урбаних острва топлоте мали, а врло често чак занемарљив. Овако идеализована слика дневног хода разлика температура измерених на урбаној и руралној станици значајно се ублажава, па и губи, при промени синоптичких услова који доводе до наоблачења, појачања брзине ветра, падавина...Но и поред тога на основу података о средњим сезонским вредностима терминских температура на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима можемо уочити да постојање урбаног острва топлоте, нарочито у вечерњем термину, има значајног утицаја на величину њихових разлика.

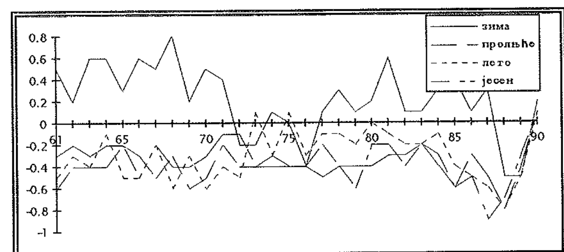
И на крају, близина Дунава климатолошкој станици Петроварадин може, током јутарњих и вечерњих сати, када се, због топлотног капацитета, водена површина спорије хлади од копна, повећати позитивну вредност уочене температурне аномалије, док ће се због присуства реке, током дана, вредност ове разлике смањивати или ће бити негативна.

На слици 1, може се уочити да су разлике средњих сезонских температура у јутарњем термину најинтензивније током јесени и зиме, када је појава инверзије због каснијег свитања у посматраном термину значајнија него у делу године после пролећне равнодневице и када су антропогени извори топлоте, због потребе за загревањем простора, највећи. Ова разлика је нешто нижа у пролеће, а више је него двоструко смањена током лета, када се због ранијег свитања много брже нарушавају и рана јутарња инверзија и урбано острво топлоте.

Слика 1: График разлика средњих сезонских вредности температура измерених у 07 сати за Петроварадин и Р.Шанчеве

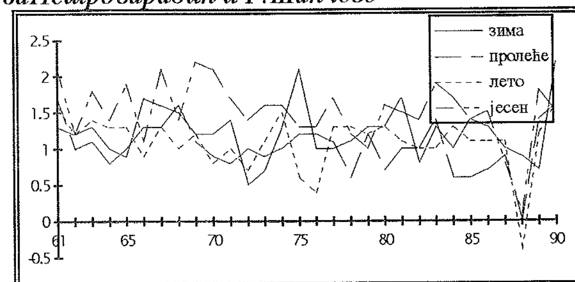


Слика 2: График разлика средњих сезонских температура измерених у 14 сати



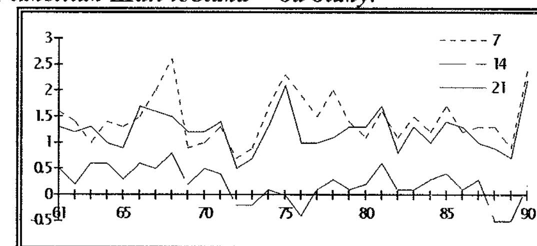
На графику на којем су представљене разлике средњих сезонских температура које се односе на подневни климатолошки термин (слика 2), јасно се уочава разлика између зиме и осталих годишњих доба. Наиме, средином дана, када се слој мешања, због конвекције, стратификује нестабилно или неутрално, разлика посматраних температура због веће надморске висине Петроварадинске тврђаве постаје негативна. Близина Дунава који се током дана спорије загрева од околног копна повећава негативну вредност ове разлике, па присуство урбаног острва топлоте, и онако веома слабо израженог или чак потпуно нарушеног преко дана, током већег дела године није довољно да промени знак посматране разлике. Међутим, зими, када су антропогени извори топлоте у граду најзначајнији, ова слика се битно мења и Петроварадинска тврђава остаје и у подневном термину у просеку за 0.2 степена топлија од руралне локације Римских Шанчева.

Слика 3:График разлика вредности средњих сезонских температура измерених у 21 сат заПетроварадин и Р.Шанчеве

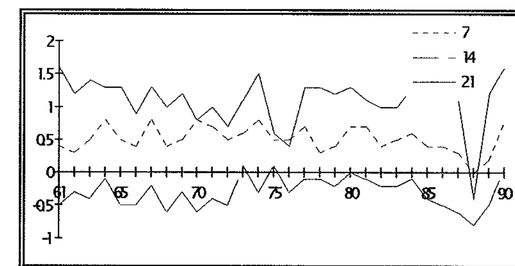


Разлике средњих сезонских температура ваздуха измерених у вечерњем, за разлику од јутарњег и подневног термина, не показују значајније сезонске варијације (слика 3). Ипак уочљиво је да је локација Петроварадинске тврђаве, и у вечерњим сатима, нешто топлија током јесени и зиме, него у току пролећа и лета у односу на руралну локацију Римских Шанчева. Чињеница да су те разлике мањег реда величине од оних уочених у јутарњем термину може нам указати да је релативни допринос сваког од поменута три хипотетичка узрока, температурних аномалија током

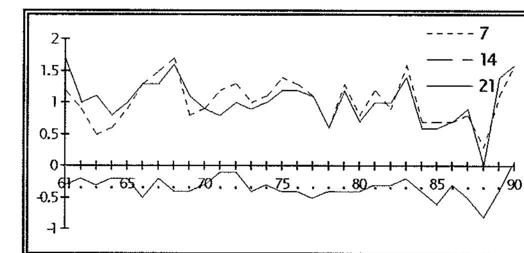
слика 4а) Средње сезонске вредности разлика температура измерених у климатолошким терминима на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима - за зиму:



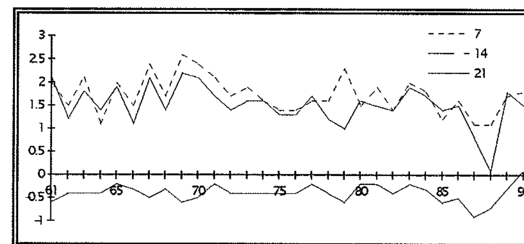
Слика 4б) лето



Слика 4в) пролеће:



Слика 4г) јесен:



вечери и јутра, различит. Због тога ћемо у наредних неколико реченица упоредити разлике средњих сезонских температура ваздуха у климатолошким терминима за Петроварадин и Римске Шанчеве за поједина годишња доба.

Из серије ових графика јасно се уочава да су током већег дела године температурне аномалије у јутарњем и вечерњем термину истог реда величине и да су знатно, у просеку око пет пута, веће од разлика које се односе на подневни термин. Ова слика се нарушава само лети када су анализиране разлике у вечерњем термину готово двоструко веће у односу на јутарњи термин, када је због ранијег свитања инверзија у плитком слоју атмосфере већ нарушена. И ова анализа може нам, међутим, допустити само да предпоставимо да је утицај урбаног острва топлоте на величину посматране аномалије значајнији у вечерњим сатима, када се рурални ваздух хлади много брже и постаје стабилнији од слоја урбаног прекривача, него у јутарњим сатима, када је током хладније половине године за њега великим делом одговорна и инверзија.

Осветлићемо проблем температурних аномалија још из једног угла. Наиме, ако податке које прати ова студија упоредимо по данима видећемо да је разлика у температури у подневном термину готово занемарљива, а да је у десетак угланом јутарњих термина превазишла величину од 10°C. Број вечерњих и јутарњих термина у којима је величина ове аномалије била у интервалу од 5 до 10°C много је већи, нарочито у хладнијем делу године. Наиме, док је од маја до августа то сасвим ретка појава која се јавља једном у тридесет година, у периоду од краја септембра до марта вероватноћа појаве овако значајних температурних аномалија у јутарњем термину је 6-9%, а у вечерњем 2-5%. Интересантно је истаћи да су ове разлике у јутарњем термину најчешће током јесењих и првих пролећних месеци, а у вечерњем термину преко зиме када су антропогени извори топлоте највећи.

Мада ова једноставна статистика истиче да су температурне аномалије над Новим Садом у току посматраних 30 година нешто мање од две године, у јутарњем, и нешто више од годину дана у вечерњем термину биле значајне то још увек не говори довољно о овом феномену. Међутим ако нагласимо да се он без изузетка јавља током стабилних, антициклоналних ситуација чија се појава и трајање могу веома лако предвидети, познавање интензитета урбаних острва топлоте у појединим

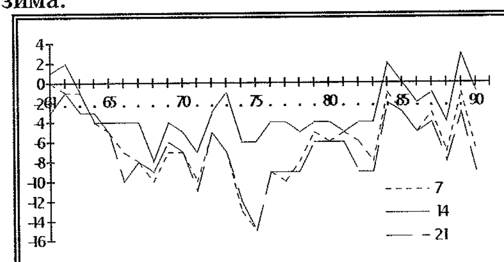
квартовима града вероватно би омогућило значајне уштеде енергије која се утроши на грејање.

РЕЛАТИВНА ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА

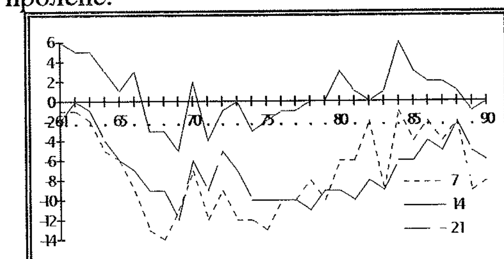
Специфични микроклиматски услови локација на којима су вршена мерења условила су, између осталог и значајне разлике релативне влажности ваздуха између њих. Наиме, положај климатолошке станице на Петроварадинској тврђави, када је атмосфера стабилно стратификована и када је турбулентни

Слика 5) средње сезонске вредности разлика релативне влажности ваздуха, по психрометру, измерене у климатолошким терминима на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима:

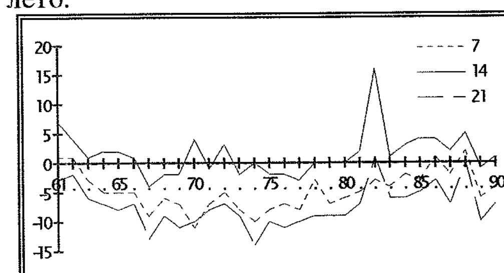
а) зима:



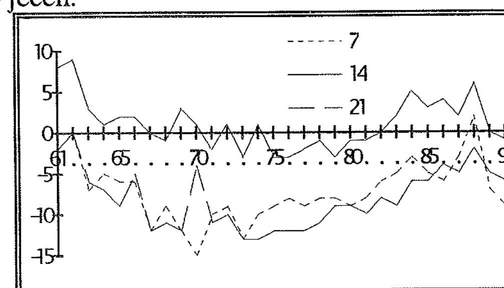
б) пролеће:



в) лето:



г) јесен:

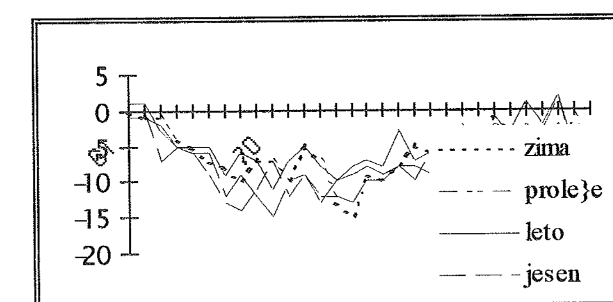


губитак влаге због испаравања са Дунава и евапотранспирације са падина брда на којем је смештен плато, отежан, чиниће ову локацију знатно сувљом у односу на руралну средину Римских Шанчева. Осим тога вредност евапотранспирације и количина ускладиштене воде, на платоу Петроварадинске тврђаве вероватно су, због уклоњене вегетације и њене замене релативно непропустљивим материјалима, знатно нижи него у руралној околини. Сдруге стране, присуство водене површине Дунава, чиниће локацију Петроварадинске тврђаве, у условима нестабилно стратификоване атмосфере знатно влаж-нијом, због чега ће проблем процене утица-ја урбанизације на величину аномалија влаге, на посматраним локацијама, постати веома комплексан.

На графицима 5а-г, се уочава да је преко целе године ред величине разлике релативне влажности ваздуха у јутарњим и вечерњим сатима знатно већи него у подневном термину, што указује да специфични положај климатолошке станице Петроварадин има пресудни утицај на величину ове аномалије. С друге стране са графика 6а и в, можемо уочити да се ова разлика, у јутарњем и вечерњем термину, са изузетком првих неколико година, постепено смањује, што можда указује да се антропогени извори влаге у граду повећавају. На графику 6б, који се односи на подневни термин не уочава се никакав тренд, али се види да су одступања релативне влажности ваздуха, током пролећа, лета и јесени, незнатна, што указује на чињеницу да је у условима добро развијене конвекције, типичан подневни дефицит урбане влажности ваздуха овде надокнађен присуством реке. Зими, кад је утицај конвекције мањи, рурална влажност Римских Шанчева остаје већа преко целог дана.

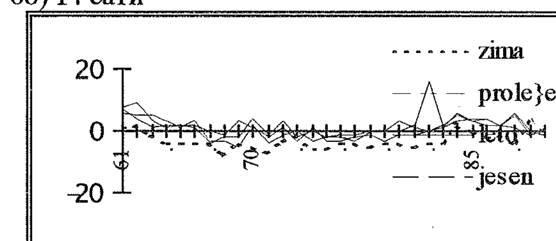
Слика 6: разлике релативне влажности ваздуха, Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима у периоду '61. - 90. год

6а) 07 сати

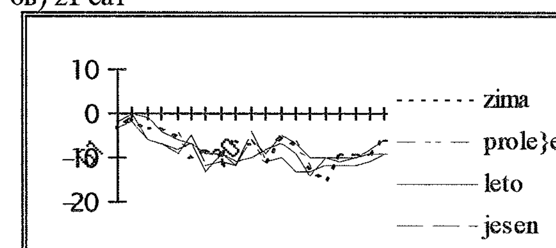


• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК · НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

6б) 14 сати



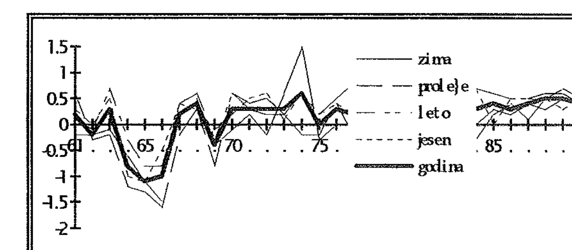
6в) 21 сат



ВЕТАР

Профил ветра у најнижим слојевима атмосфере у великој мери је условљен локалном топографијом, а потом и присуством и геометријом урбаних површина, као и распоредом водених и зелених површина у региону. И док ће на руралној и равној локацији Римских Шанчева профил ветра под утицајем тла засађеног пољопривредним културама, релативно једноставно бити модификован, различити албедо и топлотни капацитет Дунава, урбаних материјала и пошумљених повр-шина, у околини климатолошке станице Петроварадин, мењаће у првом реду про-филе температура изнад тих површина, па ће самим тим додатно модификовати и циркулацију, а топографски положај стани-це може је, када, у складу са синоптичком ситуацијом великих размера дува умерен и јак ветар, учинити ветровитијом од непосредне околине.

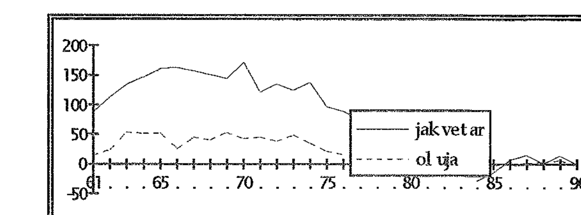
Слика 7: разлика средњих сезонских вредности брзине ветра измерених на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима у периоду 61. - 90. године



С друге стране присуство елемената рапавости на платоу Петроварадинске тврђаве и повећана површинска рапавост градске средине утицаће на смањење брзине ветра на Петроварадинској тврђави, али ће присуство урбаног острва топлоте изнад Новог Сада, у вечерњим сатима, вероватно поспешивати локалну дневну циркулацију.

Ветар на климатолошкој станици Петроварадин, у периоду који прати ова студија, није мерен континуирано, али се са графика на којем су на основу расположивих података приказане средње сезонске и годишње аномалије ветра (слика 7), види да оне нису нарочито значајне, дане показују неки карактеристични тренд, нити да имају значајних сезонских осцилација. Међутим на основу анализе података који сведоче о појавама јаког и олујног ветра на поменутим локацијама може се уочити да се разлика броја дана са јаким и олујним ветром између Петроварадинске тврђаве и Римских Шанчева током анализираног периода значајно, смањила, што вероватно сведочи о томе да се брзина ветра, због повећане рапавости терена над околином Петроварадинске тврђаве, смањила, па убрзање успореног урбаног тока условљено премештањем преко орографске препреке, у ситуацијама умереног и јаког ветра, има све мањи значај. С друге стране, с обзиром да ово смањење честине олујног и јаког ветра на Петроварадиској тврђави не утиче на смањење његове средње брзине, можемо закључити да је утицај локалне циркулације условљене географским положајем станице и присуством урбаног острва топлоте града, у ситуацијама када је ветар у региону слаб, све значајнији.

Слика 8: Разлика укупног годишњег броја дана са јаким и олујним ветром на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима у периоду од 1961.- 1990. године

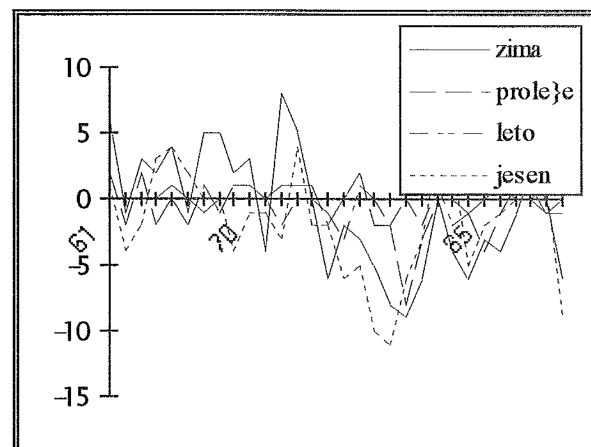


МАГЛА

Иако је степен замућености урбане атмосфере обично знатно виши него у руралној околини појава магле, видљивости мање од 200 m, обично је ређа у градовима где се због веће концентрације кондензационих језгара формира већи број мањих капљица које не произ-

воде веома густе магле. И постојање урбаних острва топлоте чини појаву магле у урбаним срединама ређом. Овај ефекат урбанизације веома се јасно види из анализе разлика сезонских и годишњих вредности броја дана са маглом на Петроварадинској тврђави и Римским Шанчевима, јер чак ни непосредна близина Дунава, локацију Петроварадинске тврђаве није учинила магловитијом. Шта више, на графику 20, на којем су предочене сезонске вредности ове аномалије можемо уочити да је током прве половине испитиваног периода број дана са маглом на Петроварадинској тврђави релативно често, у појединим сезонама, био већи од броја дана са маглом у руралној околини, док је током друге половине испитиваног периода ово сасвим ретка појава. Наиме, током прве декаде испитиваног периоода, средњи годишњи број дана са маглом на Петроварадинској тврђави је био 27, а на Шанчевима 24, већ током друге декаде просечан број магловитих дана је на првој локацији опао на 21, док је у руралној околини порастао на чак 30. Током друге декаде слика је остала готово непромењена са просечно 21-ним магловитим даном на Петроварадинској тврђави и 29 магловитих дана на Римским Шанчевима. С обзиром на резултате добијене приликом анализе аномалија релативне влажности ваздуха на посматраним локацијама, готово са сигурношћу можемо тврдити да добијени тренд разлике броја дана са појавом магле није последица промене влажности ваздуха на посматраним локацијама, већ да је у првом реду последица све веће загађености урбане атмосфере. Шта више, из добијених резултата можемо наслутити и да је пораст концентрације загађујућих материја над Новим Садом био нарочито значајан током седамдесетих година.

слика 9: разлика сезонских вредности броја дана са маглом на Петроварадинској тврђави и Р. Шанчевима у периоду од 1961.-1990. године:



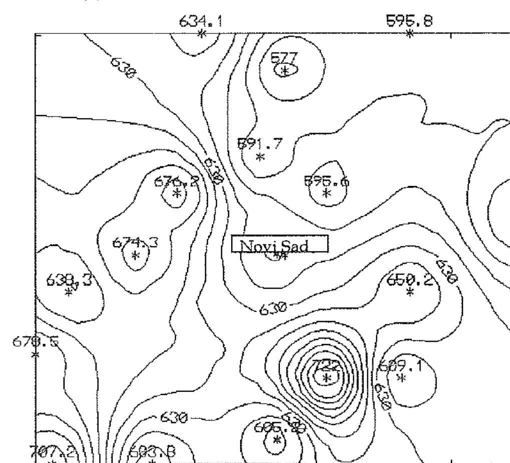
ПАДАВИНЕ

Иако су информације које се односе на влажност ваздуха у урбаној атмосфери често нејасне и оскудне, утицај градских области на облачност и расподелу падавина, нарочито у односу на феномен конвективних падавина, изгледа очигледан.

Наиме, да би дошло до конвективних падавина неопходно је присуство водене паре и кондензационих језгара у атмосфери и неопходан је процес који ће те материје подићи до нивоа кондензације. Урбана перјаница поседује ова својства много више од околне атмосфере и представља идеалну лабораторију за проверу ових услова. С обзиром да треба времена да се кондензациона језгра и водена пара подигну до нивоа кондензације и да се образују капљице довољно тешке да падну на земљу, урбани ефекти на падавине ће се обично јављати неколико десетина километара низ ветар од града пре него у самом граду. Најчешћи југоисточни, а потом и северозападни ветрови над Новим Садом требало би, дакле, да услове најинтензивније урбане аномалије падавина северозападно, односно југоисточно од града, док би утицај урбане средине на просторни распоред падавина, према ружи ветрова, био најслабије изражен северно, североисточно и југозападно од града.

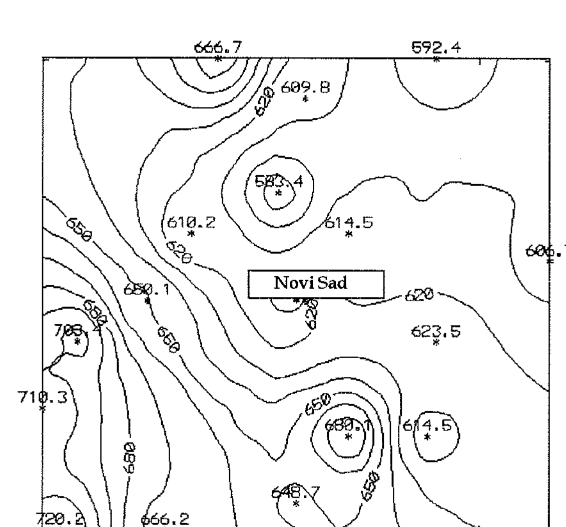
Просторни распоред падавина у околини Новог Сада, за све три декаде посматраног периода представљен је на сликама 10а,б и в на основу података са 18 падавинских или климатолошких станица лоцираних у кругу полупречника 30 km од града.

слика 10а: Просторни распоред просечне годишње количине падавина у периооду 1961.-1970. година

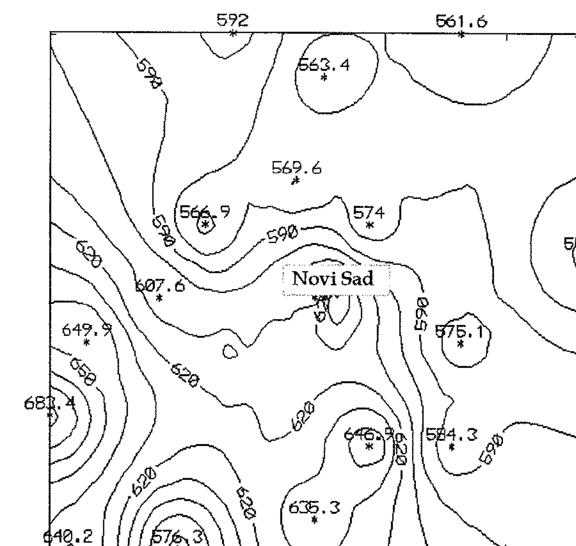


• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

Слика 10б: Просторни распоред просечне годишње количине падавина у периоду 1971.-1980. Године



Слика 10в: Просторни распоред просечне годишње количине падавина у периоду од 1981.-1990. године



На основу добијених карата можемо уочити да се током испитиваног периода издваја дефицит падавина северно и североисточно од града, а да је зона дефицита падавина југозападно од града, због утицаја орографије мање изражена. Подручје самог града такође се налази у зони дефицита падавина, док су најкишовитије локације, југоисточно, западно, северозападно и југозападно од града. С обзиром да је због присуства Фрушке Горе, јужно од града веома тешко установити релативни допринос орографије и урбанизације на просторну расподелу падавина, овде бих истакла само да је расподела падавина северно од Новог Сада, где је утицај орографије занемарљив, прилично неуједначена и да је зона која је чешће под утицајем урбане перјанице у просеку десетак процената кишовитија од североисточне зоне.

РЕЗУЛТАТИ ВЕРИФИКАЦИЈЕ 30-ДНЕВНЕ ПРОГНОЗЕ ВРЕМЕНА ЗА ПЕРИОД 1988-1990.Г.

Зоран Николић, дипл.мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The method by analogy for weather forecast for 30 days ahead, using relative topografy 500/1000 mb, has been in operative use in RHMS of Serbia since 1969.

The method has following assumptions: in a case that current and archive weather situation are similar, we can expect that further development of current situation will be identical or very similar to the archive one.

The weather forecast for 30 days has been issued twice a month.

Some results of verification of the weather forecast for 30 days ahead which have been issued during the period from 1988 to 1990 have been shown in this paper.

Абстракт

Метод аналогије за 30 - дневну прогнозу времена коришћењем релативне топографије 500/1000 мб у оперативној је употреби у РХМЗ Србије од 1969. године.

Метод има за претпоставку следеће : у случају да су текућа и архивска временска ситуација међусобно сличне, може се очекивати да даљи развој текуће ситуације буде идентичан или веома сличан архивском.

30-дневна прогноза времена издаје се 1.-ог и 15.-ог у месецу.

У овом раду приказани су неки резултати верификације 30-дневних прогноза времена издатих 1.-ог у месецу и то у периоду 1988 - 1990.

Кратак приказ оперативног метода за дугорочну прогнозу времена

За израду месечне прогнозе времена у РХМЗ Србије користи се метод аналогије. Основна претпоставка овог метода је да су одређене временске ситуације међусобно сличне или чак веома сличне, како на ширем подручју (хемисфера), тако и изнад појединих области. Зато је логично очекивати да ће даљи развоји две међусобно сличне синоптичке ситуације (архивске и текуће) такође имати висок степен подударности.

Оперативни метод (Радиновић, 1975) разматра аномалије релативне топографије RT500/1000 mb у односу на нормалне вредности изведене из 25-годишњег низа и то у 120 равномерно распоређених тачака на северној хемисфери. Ове аномалије упоређују се са одговарајућим аномалијама RT500/1000 mb за претходне године (архива) и налазе се периоди најбољих аналогија. Затим се бира архивски период у коме је у највећем броју тачака забележен исти знак аномалије RT500/1000 mb као и у текућем тридесетодневном односно седмодневном периоду (Радосављевић, 1982) и у коме је коефицијент корелације, који изражава степен сличности, био највећи. На крају се саставља прогноза времена према показатељима 30-дневног периода који следи иза изабраног архивског периода.

Релативна топографија слоја 500/1000 mb и њене аномалије користе се за избор аналогних периода јер директно одражавају топлотно стање значајног дела тропосфере и тесно су повезане са типом атмосферске циркулације. Конзервативност и инертност релативне

топографије RT500/1000 mb омогућавају боље сагледавање процеса макро размера него температура или приземни притисак.

Оријентациона прогноза (изгледи времена) за 30 дана унапред ради се два пута месечно и то 1.-ог и 15.-ог у месецу и садржи следеће елементе: максималну дневну температуру ваздуха, минималну дневну температуру ваздуха, средњу дневну температуру ваздуха, појаве кише, снега, грмљавине, магле и појачаног ветра (преко 10 м/с) и количине падавина по данима и за цео 30-дневни период.

Текст прогнозе, као њен саставни део, описује развој времена у одређеном периоду и истиче оне феномене који су значајни за поједине кориснике. Оваква прогноза ради се за више карактеристичних места у Србији. Осим наведеног, прогноза која се издаје 1.-ог у месецу садржи и графички приказ поља прогнозираних средњих месечних температура, затим месечних количина падавина као и месечног броја дана са падавинама за подручје Југославије.

Верификација месечне прогнозе времена

У циљу стицања сазнања о ваљаности оријентационе прогнозе времена за 30 дана унапред, извршена је верификација одређених елемената прогноза издатих 1.-ог у месецу за подручје Београда и шире околине, и то у периоду 1988-1990. Верификоване су прогнозе следећих елемената:

- средња дневна температура ваздуха
- средња месечна температура ваздуха
- месечна количина падавина

Од верификационих скорова коришћени су средња грешка, средња апсолутна грешка и коефицијент корелације.

Поред овога, на основу апсолутних одступања прогнозираних вредности од стварних, рађене су и интегралне криве поузданости прогнозе температуре и количине падавина (Гирс, 1978). Такође је вршена и оцена прогнозираног тренда средње дневне температуре.

Осим оперативне прогнозе посматрана је тзв. климатолошка прогноза код које је прогнозирана величина заправо њена средња вишегодишња, тј. "нормална" вредност. У овом случају узет је тридесетогодишњи низ (1951 - 1980).

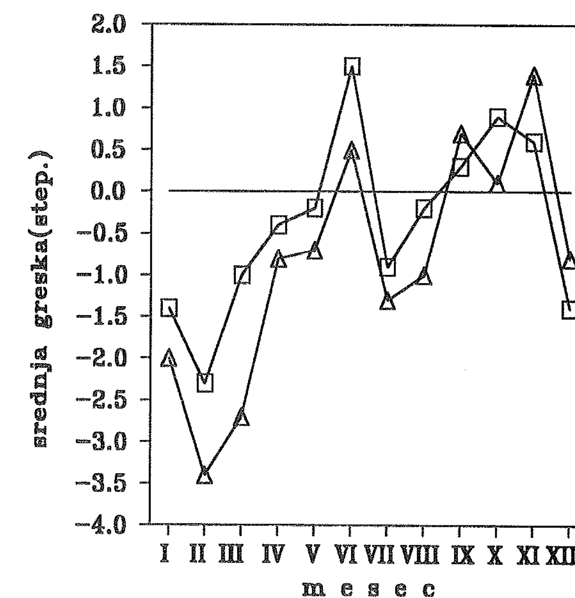
Резултати верификације месечне прогнозе времена

а) Средња дневна температура ваздуха

На сликама 1 и 2 дате су средње грешке и средње апсолутне грешке оперативне и климатолошке прогнозе средње дневне температуре ваздуха и то по месецима.

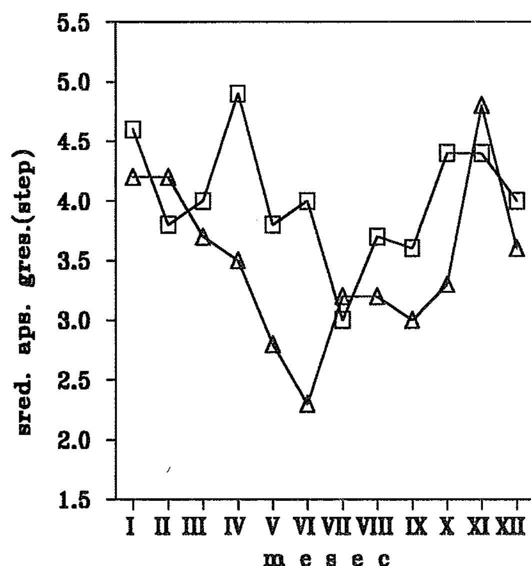
Средње грешке оперативне и клима-толошке прогнозе поклапају се по знаку у свим месецима. Прогнозиране средње дневне температуре су нешто више од остварених у јуну, септембру, октобру и новембру, док је у зимском, пролећном и у делу летњег периода ситуација обрнута.

Иако је средња грешка оперативне прогнозе у већини случајева (месеци) по апсолутној вредности мања од средње грешке климатолошке прогнозе, средња апсолутна грешка (слика 2) оперативне прогнозе средње дневне температуре је или мања или приближно једнака средњој грешци климатолошке прогнозе у зимским (новембар, децембар, јануар, фебруар и март) и летњим месецима, док је у месецима прелазних годишњих доба (пролеће и јесен) средња апсолутна грешка оперативне прогнозе већа од средње апсолутне грешке климатолошке прогнозе за око 1.0 до 1.5 степен.



Δ **Klimatološka prognoza** □ **Operativna prognoza**

Слика 1. Средња грешка прогнозе средње дневне температуре по месецима

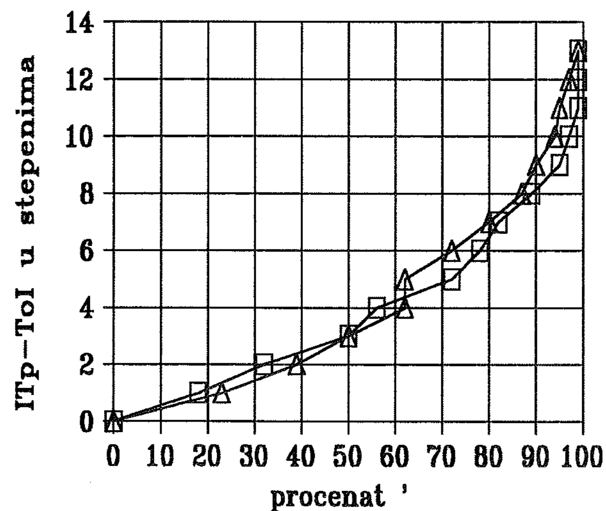


Δ **Klimatološka prognoza** □ **Operativna prognoza**

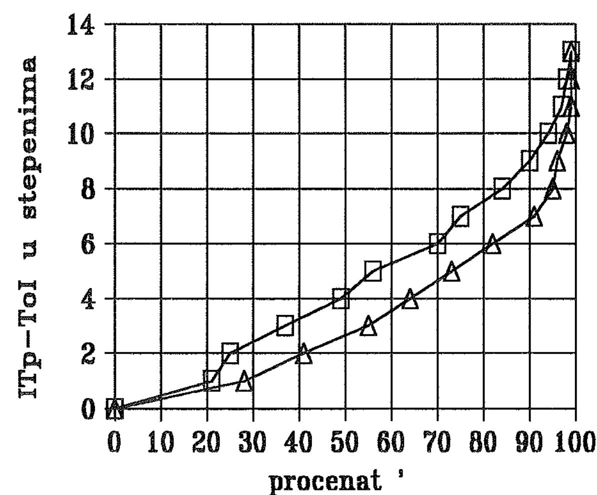
Слика 2. Средња апсолутна грешка прогнозе средње дневне температуре по месецима

Посматрајући интегралне криве поузданости прогнозе средње дневне температуре може се доћи до сличног закључка.

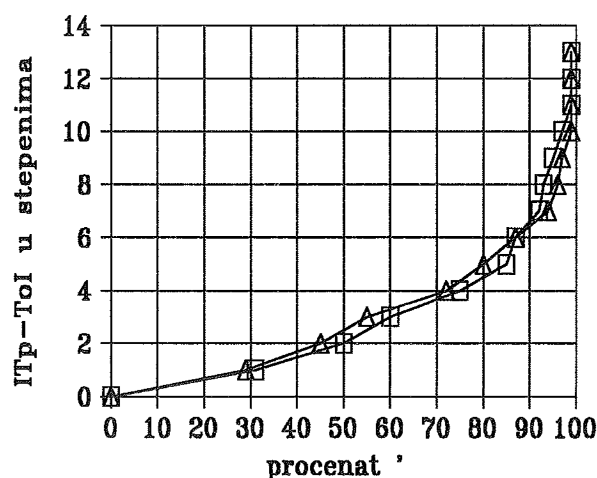
На сликама од 3 до 8 дате су интегралне криве поузданости средње дневне температуре (Δ- климатолошка прогноза, □- -оперативна прогноза, Тр-прогнозирана средња дневна температура, То-остварена средња дневна температура) за карактеристичне месеце:



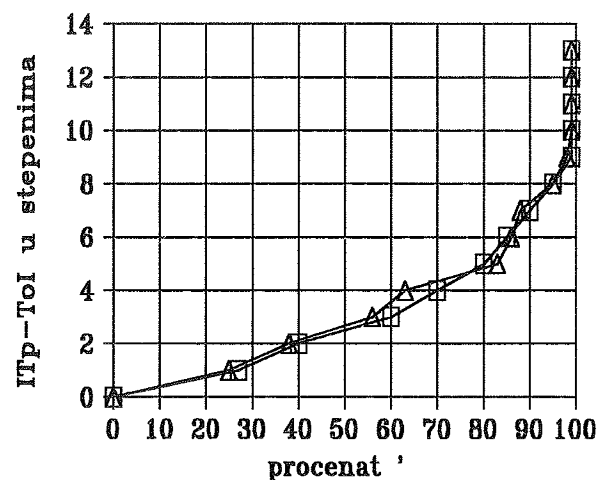
Слика 3. Фебруар



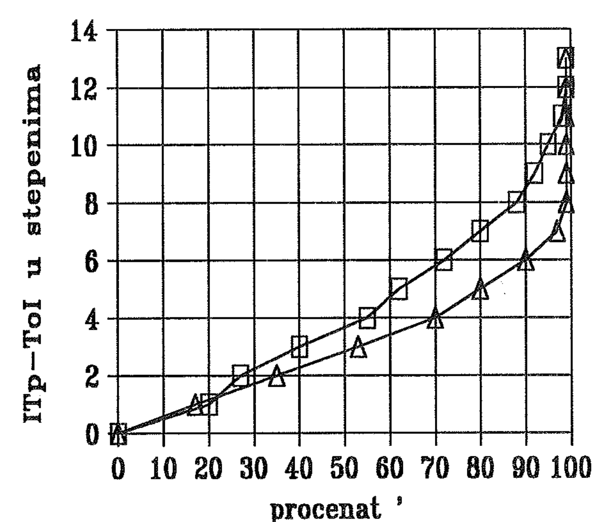
Слика 4. Април



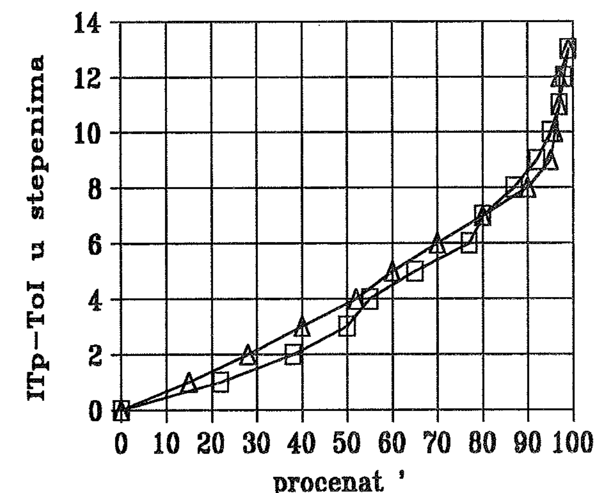
Слика 5. Јули



Слика 6. Август



Слика 7. Октобар



Слика 8. Новембар

Ниво дозвољене грешке средње дневне температуре

Дозвољену грешку прогнозе температуре могуће је одредити арбитрарно, тако да буде једнака за све случајеве тј. месеце или сезоне. Међутим колебљивост средње дневне температуре је у месецима прелазних годишњих доба већа него у зимским и летњим, па делује логично да и дозвољена грешка прогнозе средње дневне температуре буде већа. Као мера колебљивости узета је дисперзија промене средње дневне температуре од дана до дана. Тако је за април и мај, као и за септембар и октобар, добијена дисперзија од 3.5 до 3.7, а за остале месеце од 2.6 до 2.8 степени. Множењем фактором за интервал поверења 95% (1.32) одређена је и дозво-љена грешка тј. 4.8 односно 3.7 степени.

Мес.	Оператив на прогноза %	Климато-лошка прогноза %	Дозвоље -на грешка (^{0}C)
I	53	55	3.7
II	59	55	3.7
III	55	60	3.7
IV	55	72	4.8
V	70	82	4.8
VI	68	87	4.8
VII	70	66	3.7
VIII	70	67	3.7
IX	78	90	4.8
X	61	77	4.8
XI	53	50	3.7
XII	64	71	3.7

ТАБЕЛА 1. Проценат коректних прогноза средње дневне температуре и ниво дозвољене грешке по месецима

У табели 1 дат је проценат коректних (употребљивих) прогноза средње дневне температуре за сваки месец , а на основу величине дозвољене грешке.

Проценат коректних (употребљивих) прогноза средње дневне температуре добијених оперативним методом је сасвим задовољавајући, поготову ако се има у виду да се ради о прогнози за 30 дана унапред. Такође је установљени ниво дозвољене грешке (апсолутног одступања) у складу са захтевима корисника месечне прогнозе времена.

Тренд средње дневне температуре

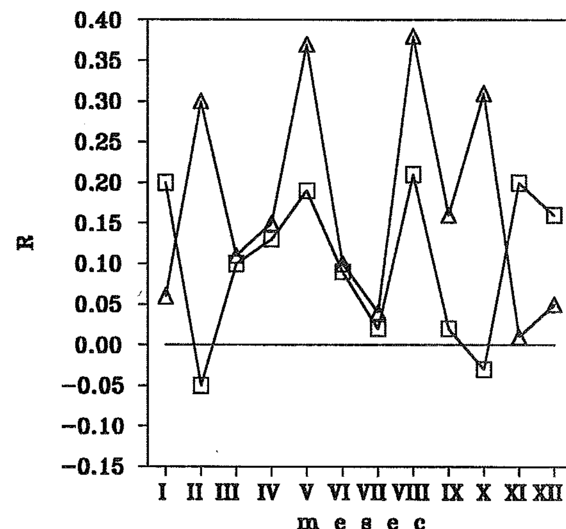
Посматрани су знаци разлика ΔТр = Тр(і) - Тр(і-1) і ΔТо = То(і) - То(і-1), где је:

Тр(і)-прогнозирана средња дневна температура за і-ти дан
Тр(і-1)-прогнозирана средња дневна температура за і-1 дан (претходни)
То(і)- остварена средња дневна температура за і-ти дан
То(і-1)-остварена средња дневна температура за і-1 дан (претходни)

За оцену прогнозе тренда средње дневне температуре коришћена је величина R дефинисана као

R = (n1 - n2) / (n1 + n2) где је :

n1-број случајева код којих је тренд успешно прогнозиран (знак ΔTp се поклапа са знаком ΔTo)
n2-број случајева код којих тренд није успешно прогнозиран (знак ΔTp се не поклапа са знаком ΔTo)



□Rp-operativna prog. ΔRk-klimatološka prognoza

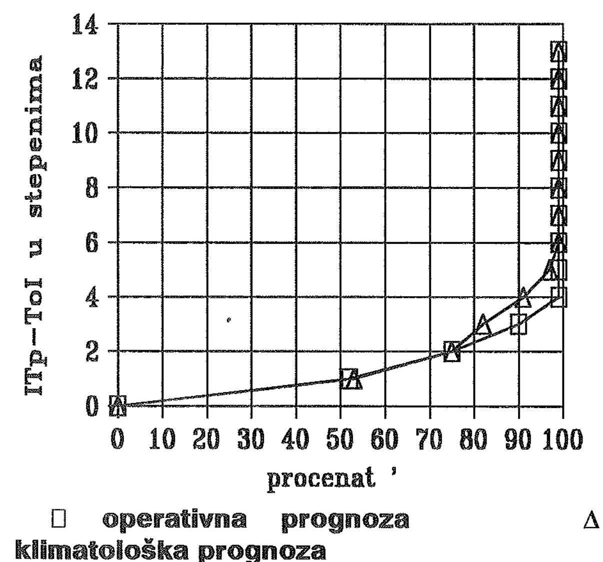
Слика 9. Вредности параметра R по месецима

За R > 0 прогноза тренда средње дневне температуре се остварила у више од 50% случајева, за R < 0 у мање од 50%, и за R = 0 у 50% случајева.

На слици 9 дате су вредности параметра R за сваки месец. Осим у новембру, децембру и јануару, прогноза тренда средње дневне температуре била је боља код климатолошке него код оперативне прогнозе, а у марту, априлу, јуну и јулу Rp је приближно једнако Rk. У фебруару и октобру Rp је мање од 0 тј. прогноза тренда није остварена у више од 50% случајева.

б) Средња месечна температура

На слици 10 дата је интегрална крива поузданости прогнозе средње месечне температуре. Оперативни метод показује боље резултате од климатолошке прогнозе, нарочито за одступања већа од 2 степена. Наиме 90% прогноза средње месечне температуре добијених оперативним методом нема грешку већу од 3 степена, док је проценат климатолошких прогноза са истим одступањем мањи и износи 82%. Чињеница да грешка прогнозе средње месечне температуре оперативним методом не прелази 4 степена указује на оправданост примене метода аналогије.

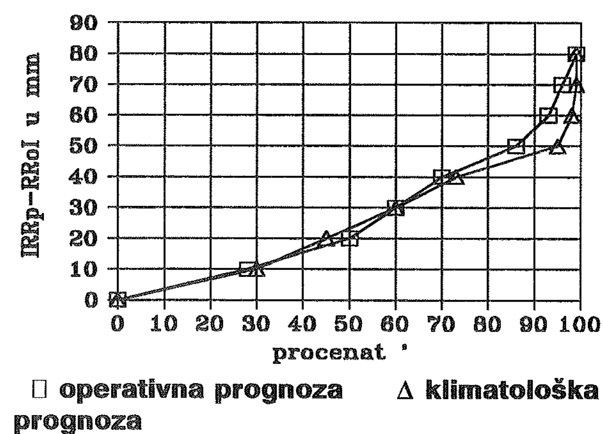


□ operativna prognoza Δ klimatološka prognoza

Слика 10. Интегрална крива поузданости прогнозе средње месечне температуре

в) Месечна количина падавина

На слици 11 дата је интегрална крива поузданости прогнозе месечне количине падавина, која претставља грубу оцену ваљаности прогнозе месечних количина падавина. За финију оцену прогнозе ове величине је коришћена је категоризација ваљаности прогнозе по којој је прогноза добра уколико је стварна вредност у интервалу ±20% од прогнозиране, а употребљива ако је у интервалу од ±20% до ±30% од прогнозиране. Оперативна прогноза месечне количине падавина је по овом критеријуму била добра у 25% и употрбљива у 20% случајева, док је климатолошка била добра у 20% и употребљива такође у 20% случајева (месеци).



□ operativna prognoza Δ klimatološka prognoza

Слика 11. Интегрална крива поузданости прогнозе месечне количине падавина

Оперативни метод је у извесној предности над климатолошким што указује на оправданост примене метода аналогије за прогнозу месечне количине падавина.

Закључак

Иако се у пракси прогноза оперативним методом пореди најчешће са прогнозом инерционим методом (нпр. перзистенција), овде је као контролни метод изабран климатолошки, са циљем да се читавој ствари приступи што је више могуће критички. Тако је, што се могло и очекивати, оперативни метод по резултатима бољи или приближно једнак климатолошком када је у питању прогноза средње месечне температуре и месечне количине падавина, док је код прогнозе средње дневне температуре ситуација обрнута.

Побољшање оперативне методе за месечну прогнозу времена могуће је остварити, пре свега, објективизацијом избора аналогних периода за прогнозу и то укључивањем већег утицаја продуката неког од центара за средњорочну прогнозу времена.

Литература

Радиновић, Ђ., 1975: "An analogue method for weather forecasting using the 500/1000 mb relative topography" . *Mon. Wea. Rev., vol. 103, N 7, p. 639-649.*

Радосављевић, М., 1982: "Прогнозирање средње дневне температуре ваздуха за 7 дана по методу аналогије релативне топографије 500/1000 mb и тестирање остварења прогнозе". *RHMZ **Србије***

Гирс, А.А., Кондратович, К.В., 1978: "Методи долгосрочних прогнозов погоди". *Lewingrad, Gidrometeoizdat*

РАСПОДЈЕЛА И ИСПИТИВАЊЕ ХОМОГЕНОСТИ 48ч И 72ч КОЛИЧИНА ПАДАВИНА ЗА ЦЕТИЊЕ

Бранко Мицев
Ранко Рајковић
Нада Рудан
Славица Мицев и
Весна Дробњак
Републички Хидрометеоролошки завод Црне Горе
ИВ Пролетерске 19, Подгорица тел./факс 081 623-304

Abstract

On the basis of the studies performed at the Republic Hydrometeorological Service of Montenegro concerning 24-hour rainfall amounts, a conclusion can be made that 24-hour rainfall amounts with return periods of 50, 100, 200 and 1000 years have been noticeably increased for the last 18 years. Many extreme rainfall amounts were recorded in this period, i.e. the frequency of the extreme amounts could be seen.

Since the obtained results are very interesting, the question is what is the situation with 48- and 72-hour rainfall amounts. For the purpose of investigations, two series were taken, the first one being the basic covering the period 1950-1980 and the second one, as the experimental one, covering the period 1ю80-1998.

By applying certain mathematical-statistical methods, we get the following conclusions:

- *As for 48- and 72-hour rainfall amounts covering the period 1950-1980 as the basic series, they coincide to the pattern, i.e. Gamma distribution (two parameters gamma distribution). The histograms concerning the period 1981-1998 being the sample show a very good coincidence with the basic series;*
- *The occurrence of homogeneity between the testing series (1981-1ю98) and the basic one (1950-1980) has been established.*

Абстракт

На основу истраживања која су вршена, у Хидрометеоролошком заводу Црне Горе, за екстремне 24ч количине падавина, између осталог, дошло се до сазнања да су 24ч количине падавина са повратним периодима од 50, 100, 200 и 1000година знатно повећане у последњих 18 година. У овом периоду је регистровано низ екстремних количина падавина, односно уочена је учестаност екстремних количина.

С обзиром да су добијени веома занимљиви резултати поставља се питање каква је ситуација са 48ч и 72ч количинама падавина.

За испитивање узета су два низа, први као основни од 1950 до 1980 и други као експериментални од 1980 до 1998.

У овом раду испитивано је:

Примјеном одређених математичко-статистичких метода добија се:

- *да се 48ч и 72ч количине падавина, које се односе на период 1950-1980 као основни низ, покоравају закону, Гама расподјели (двопараметарска гама расподјела). Хистограми који се односе на период 1981-1998 као узорак показују веома добро слагање са основним низом.*
- *утврђено је постојање хомогености између испитиваног низа (1981-1998) и основног низа (1950-1980).*

А) АНОМАЛИЈА ЕКСТРЕМНИХ 24ч КОЛИЧИНА ПАДАВИНА У ПОСЉЕДЊИХ 18 ГОДИНА

У екпсерименталном периоду (1981-1998) у односу на основни период (1950-1998) уочена су знатна помјерања код екстремних 24ч количина падавина на количинама падавина за 24ч, 48ч, 72ч, као и укупним мјесечним и годишњим количинама падавина за урбана подручја. У експерименталном периоду уочено је повећање 50, 100, 200 и 1000 годишњих количина падавина за око 30%. Повећање екстремних 24ч количина падавина дато је на слици 1.

Сл.1. Екстремне 24ч падавине за Цетиње

подручју Цетиња као подручје са највећим

ДВОПАРАМЕТАРСКА ГАМА РАСПОДЈЕЛА

Параметри расподјеле су α и β
Математично очекивање: $E = \alpha / \beta$
Варијанса: $\sigma^2 = \alpha / \beta^2$

Б) РАСПОДЈЕЛА 48ч КОЛИЧИНА ПАДАВИНА

Примјеном одговарајућих метода математичке статистике у циљу утврђивања закона расподјеле, за основни низ, потврђено је да 48ч количине падавина су распоређене по закону двопараметарске гама расподјеле. Хи-квадрат тест даје позитивне резултате за прихватање утврђене законитости.
Резултати су дати у табели 1 и 2.

Таб. 1. Статистички преглед резултата за основни /контролни низ

	No/Ne	α	β							
	2578 1509	1.21	0.021							
	АМ	МЕД	МОД	ГМ	СД	ДК	ГК	Ка	Кс	Кв
основни низ	55.9	39.2	12.0	35.1	51.7	18.3	78.4	1.8	4.8	92.5
експер. низ	54.7	35.5	11.8	30.2	57.8	13.6	74.4	1.9	4.4	105.7

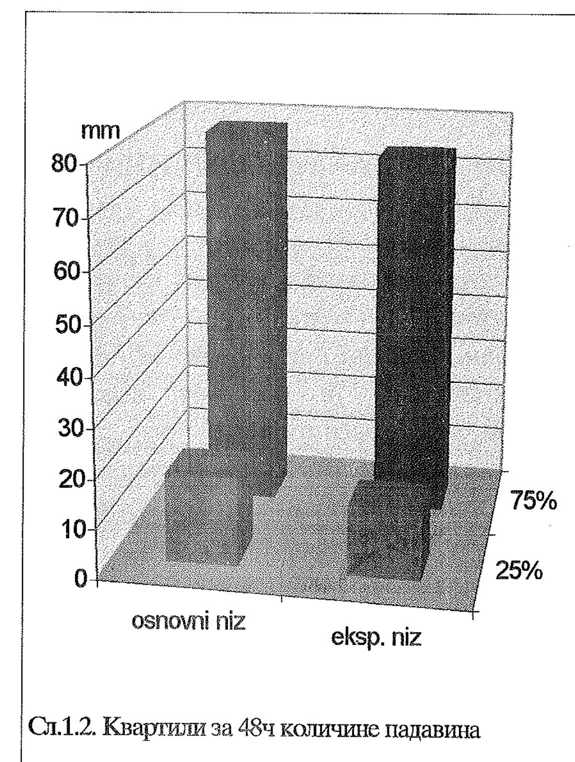
Таб. 2. Резултати за χ^2 -тест/основни низ

χ^2	ν	СЛ	α за χ^2	$\chi^2_{крит}$
35.9	25	0.07	0.05	37.6

Како је $\chi^2 < \chi^2_{крит}$ основни низ следи гама расподјелу са параметрима α и β из табеле 1.

На слици 2.1 и 2.2 дати су хистограми фреквенције са гама расподјелом за основни низ.

Контролни низ (сл.2.2) такође веома добро прати основну дистрибуцију.



Сл.1.2. Квартили за 48ч количине падавина

коришћене скраћенице:

No- основни низ- број података

Ne- експериментални низ- број података

АМ-аритметичка средина

МЕД-медијана

МОД- мод

ГМ-геометријска средина

СД-стандардна девијација

ДК-доњи квартил 25%

ГК-горњи квартил 75%

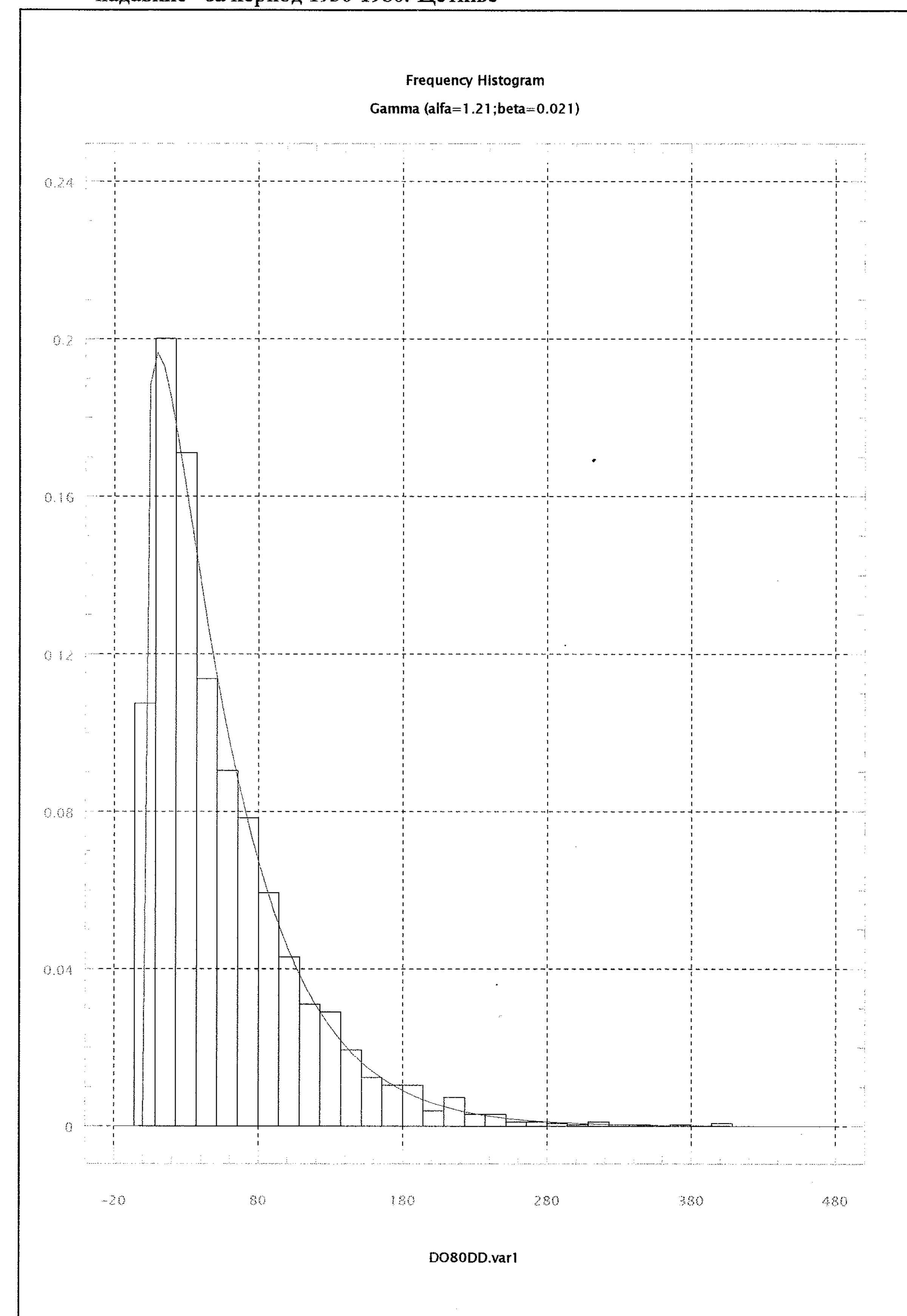
Ка-коефицијент асиметрије

Кс-коефицијент спљоштености

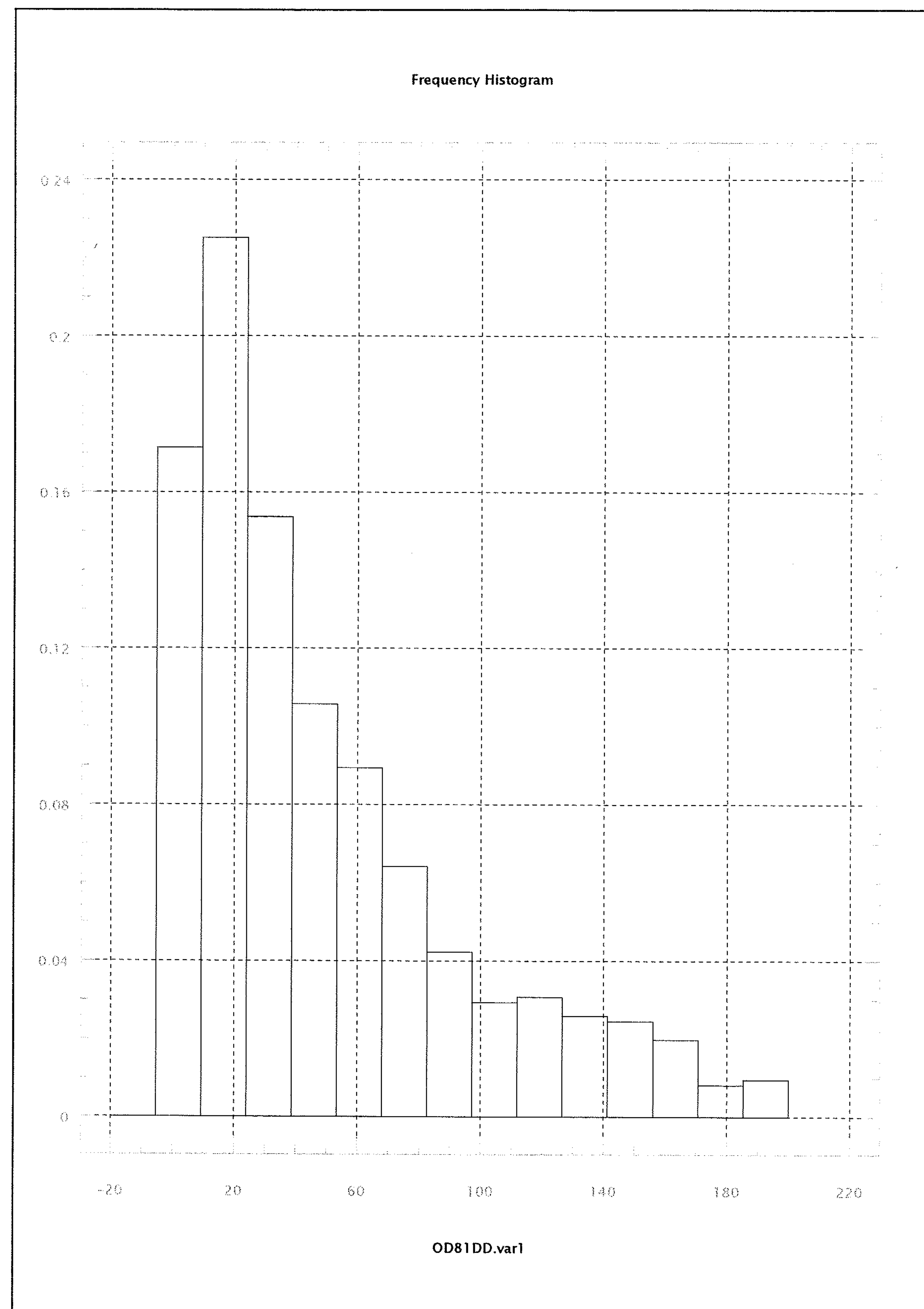
Кв-коефицијент варијације

СЛ-сигн. левел-значајни ниво

Сл.2.1 Хистограм фреквенције са Гама расподјелом за 48ч падавине за период 1950-1980.-Цетиње



Сл.2.2. Хистограм фреквенције за 48ч падавине
за период 1981-1998.-Цетиње



Ц) РАСПОДЈЕЛА 72ч КОЛИЧИНА ПАДАВИНА

Математичко статистичким методама утврђено је да 72ч количине падавина су распоређене по закону двопараметарске Гама расподјеле. χ^2-квадрат тест даје позитивне резултате за прихватање утврђене законитости.

Резултати су дати у табели 3 и 4.

Таб. 3. Статистички преглед резултата за основни /контролни низ

No/Ne	α	β
1686 950	1.706	0.019

	АМ	МЕД	МОД	ГМ	СД	ДК	ГК	Ка	Кс	Кв
основни низ	87.6	72.1	35.5	63.3	67.0	36.4	121.0	1.5	3.0	76.7
експер. низ	86.7	65.2	58.7	58.1	75.6	33.0	117.8	1.6	2.8	87.2

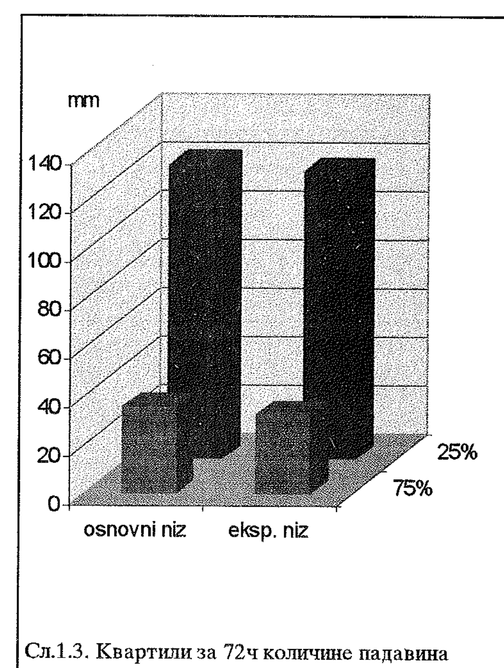
Таб. 4. Резултати за χ^2 -тест/основни низ

χ^2	ν	СЛ	α за χ^2	$\chi^2_{крит}$
25.6	16	0.05	.0.05	26.3

Како је $\chi^2 < \chi^2_{крит}$ (25.6<26.3) основни низ следи Гама расподјелу са параметрима α и β из табеле 4.

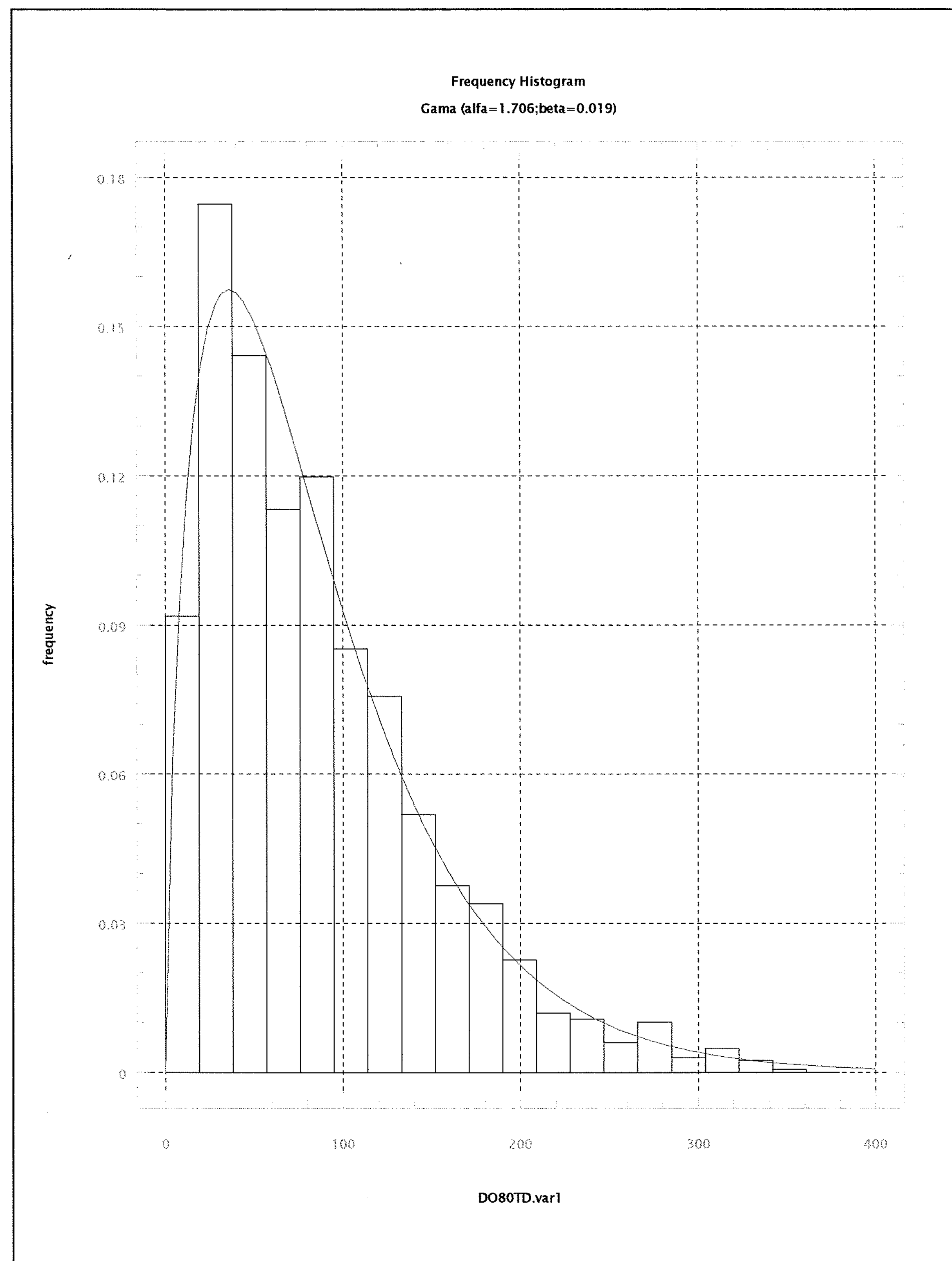
На слици 3.1 и 3.2 дати су хистограми фреквенције са Гама расподјелом за основни низ.

Контролни низ (сл 3.2), према хистограму фреквенције, прати основну дистрибуцију.

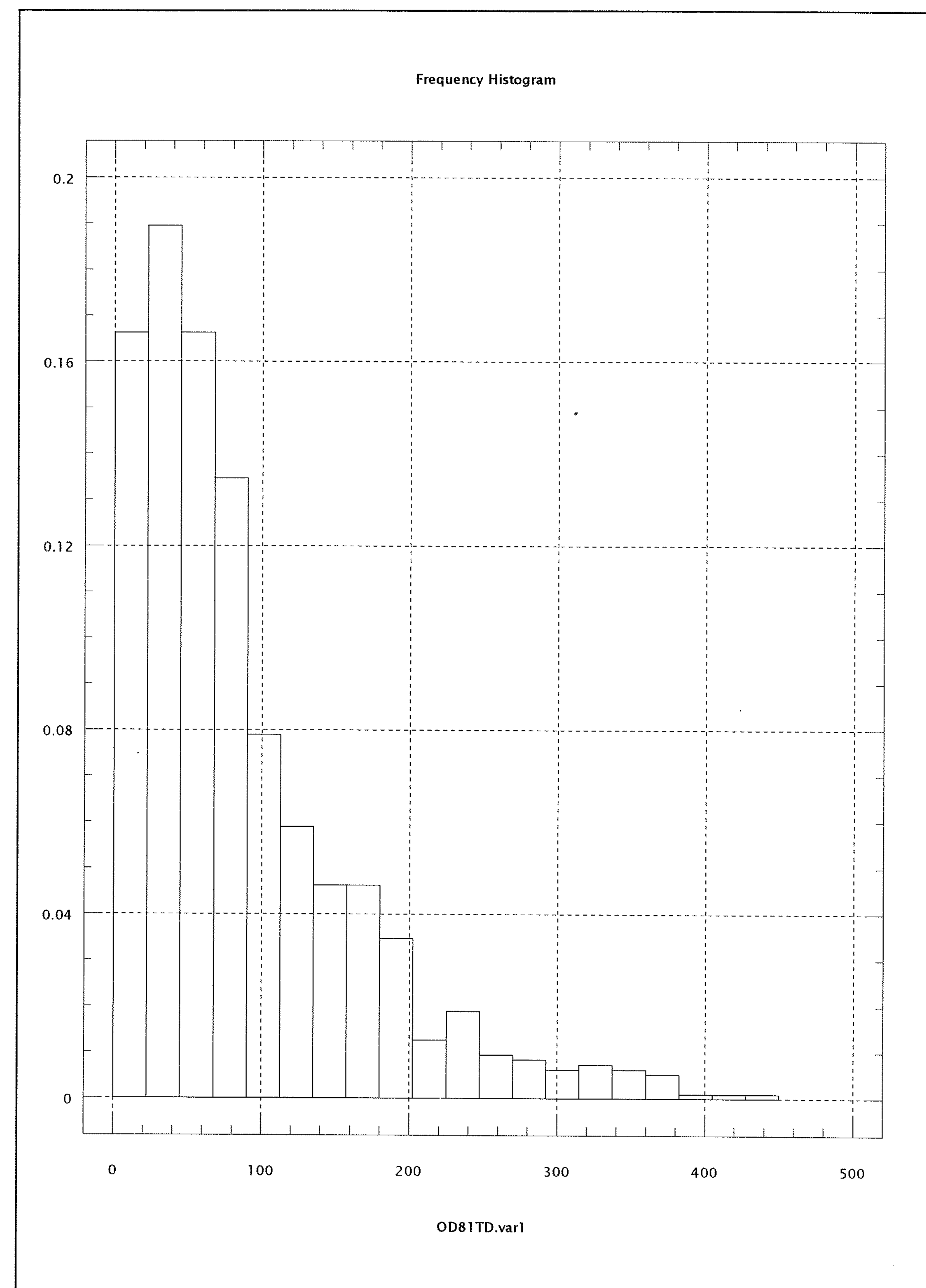


Сл.1.3. Квартили за 72ч количине падавина

Сл.3.1. Хистограм фреквенције са Гама расподјелом за 72ч количине падавина за период 1950-1980.-Цетиње



Сл.3..2. Хистограм фреквенције за 72ч количине падавина за период 1981-1998.-Цетиње



Д) ТЕСТ ХОМОГЕНОСТИ НИЗОВА 48ч И 72ч КОЛИЧИНА ПАДАВИНА

За утврђивање хомогености низова извршено је тестирање 48ч и 72ч количина падавина за обострани тест, за прагом од 0.05 и са нултом хипотезом да су средње вриједности низова једнаке.

Таб. 5. Резултати теста хомогености за 48ч количине падавина

	основни низ	контролни низ	јединствени скуп/заједно
N	2578	1509	4087
μ	55.8	54.7	55.4
σ^2	2673.9	3345.1	2921
σ	51.7	57.8	54.0
медијана	39.2	35.5	37.8

Хипотеза: H0 : $\mu_o=\mu_e$
Тест: НЕ (двострани)
α=0.05
Резултат =0.67
С обзиром да је у питању обострани тест следи да је регион прихватања хипотезе од -1.96 до + 1.96.

Како је -1.96<0.67<1.96(израчуната вриједност се налази у региону прихватања) следи да се прихвата хомогеност основног и експерименталног низа

Таб. 6. Резултати теста хомогености за 72ч количине падавина

	основни низ	контролни низ	једнистевени скуп/заједно
N	1686	950	2636
μ	87.4	86.8	87.1
σ^2	4495.2	5726.7	4938.9
σ	67.0	75.6	70.2
медијана	72.1	65.2	68.8

Хипотеза: H0 : $\mu_o=\mu_e$
Тест: НЕ (двострани)
α=0.05
Резултат =0.202
С обзиром да је у питању обострани тест следи да је регион прихватања хипотезе од -1.96 до + 1.96.

Како је -1.96<0202<1.96 следи да се прихвата хомогеност основног и експерименталног низа за 72ч количине падавина.

ЗАКЉУЧАК

На основу изведених испитивања може се закључити следеће:

- екстемне 24ч количине падавина, са повратним периодима од 50, 100, 200 и 1000 година, показују знатно помјерање ка већим вриједностима које се креће око +30%.
- 48ч количине падавина, основни низ, су распоређене према закону двопараметарске Гама расподјеле. Тестирање је извршено помоћу χ^2 теста, 48ч и 72ч количине падавина, за ризик прихватања од 0.05 тј. са 95% нивоом поузданости.
- 72ч количине падавина, основни низ, су такође распоређене према истом закону расподјеле, наравно са другим вриједностима параметара расподјеле.
- контролни низови на основу хистограма фреквенције показују веома квалитетну подударност са основном дистрибуцијом.
- Показатељ растурања око средње вриједности је повећан код контролних низова у односу на основни за 12% и 13% за 48ч и 72ч количине падавина респективно.
- 25% и 75% квартили показују смањену вриједност код екпсерименталних низова у односу на основни низ.
- за 48ч количине падавина, 25% од свих вриједности, се налази до 18мм за основни низ и до 14мм за контролни низ.
- за 48ч количине падавина, 75% од свих вриједности, се налази до 78мм за основни низ и до 74мм за контролни низ.
- за 72ч количине падавина, 25% од свих вриједности, се налази до 36мм за основни низ и до 33мм за контролни низ.
- за 72ч количине падавина, 75% од свих вриједности, се налази до 121мм за основни низ и до 118мм за контролни низ.
- 48ч и 72ч количине падавина за основни и контролни низ, на основу тестова хомогености, припадају истој популацији тј. добија се да су низови хомогени те да не постоји деформација у расподјели 48ч и 72ч количина падавина у посљедњих 18г., у односу на основни низ, на подручју Цетиња као подручје са екстремним количинама падавина.

ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ И МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ

ФОРМИРАЊЕ SEMI-REALTIME БАЗЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ И ХИДРОЛОШКИХ ПОДАТАКА РЕЛЕВАНТНИХ ЗА ХИДРОЛОШКЕ ПРОГНОЗЕ И ЊЕНО УКЛАПАЊЕ У ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ РХМЗ СРБИЈЕ

Бранислав Милакара , дипл. инж. електро
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11000 Београд, Југославија

Abstract

Introduction of new measurement methods for the meteorological data (radar equipment, satellite) enable a completely new quality in making hydrological forecasts.
In order to take advantage of radar and satellite images and increased number of data, it is necessary to introduce some new technologies operational and create a corresponding infrastructure for a quick acquisition and storing.
This paper concerns the importance and ways to reorganize the information database for a successful application of new data types (graphical) by connecting to LAN and forming a semi realtime base of forecast data with GIS elements.

Абстракт

Увођењем нових метода мерења метеоролошких података (радар, сателит), омогућује се и нов квалитет у издавању хидролошких прогноза.
Да би се искористили радарски и сателитски снимци и повећан обима података, потребно је увести нове технологије рада и остварити одговарајућу инфраструктуру за брзо преузимање и одговарајуће складиштење истих.
У раду се разматра важност и начини реорганизације информатичке подлоге за успешно коришћење нових типова података (графичких) повезивањем у LAN и формирањем semi realtime Базе прогностичких података са GIS елементима.

УВОД

Добро познавање и моделирање физичких процеса у природном окружењу (сливу), нумеричке методе и моћна рачунарска техника, омогућују хидролозима - прогностичарима да прецизно предвиђају водне режиме (стања) посматране области. Највећи проблем примене софистицираних модела, је недостатак ажурних информација. За прогностичара је важно да релевантан податак који постоји негде у информационом систему, буде што пре доступан и придружен осталим елементима модела, јер закаснела информација је, исто што и непостојећа информација.

Ажурност се постиже јединственим Информационим системом, тј. интегрисањем осматрачког система и повезивањем локалних рачунарских мрежа појединих служби у обједињену (LAN) мрежу РХМ Завода.

Тренутно, доток информација неопходних одељењу прогноза вода, пристиже из разних извора: радиовезом и телефоном у јутарњем термину (за протекли дан); преузимањем метеоролошких података локалном рачунарском мрежом (за претходна двадесет четири сата). Метеоролошки подаци се ажурирају свака три сата, но из техничких и организационих разлога, овакав ритам је ретко остварив.

Из наведенога се види да су добијени подаци недовољно ажурни и да је њихово притицање неуједначено. Овде се не налазе ни подаци о падавинама који се добијају радарским мерењима, а на чему се у РХМ Заводу интензивно ради. Све се ово у целини решава предвиђеним Информационим системом Завода, чији су сегменти већ фрагментарно реализовани по секторима.

Интегрисањем свих информационих подсистема Завода, ствара се идеална подлога за рад прогностичара, али се намеће и потреба за реорганизацијом технологије рада.

Разноврсност података и могућност њиховог преузимања из разних извора, захтева у одељењу прогнозе вода сегмент управљања за прикупљање података. А олакшани прилив и повећани обим битних података захтева организовано разврставање и формирање у манипулативне **базе података** за рад у реалном времену.

Новине у раду: радарски и сателитски подаци

Коришћењем сателитских и радарских снимака, нумеричких прогностичких модела, као и употребом других помоћних метода, могу се постићи много бољи резултати од досадашњег начина рада.

Мерење количине падавина мрежом плувиографа и кишомера само делимично може да задовољи потребе прогнозе. Да би се регистровале све падавине, поготово пљусковите, потребно је имати неисплативо густу мрежу падавинских станица. Са друге стране и радарско мерење падавина може да региструје промене у интензитету падавина, као и њихову просторну расподелу, што је за хидролошку прогнозу незамењиво.
Коришћење сателитских снимака, сателитских мерења и размене информација, постаје у светској хидрометеоролошкој служби све више стандард, који неће мимоићи никога ко је укључен у међународну размену података. Од како је 1990, сегмент MDD (Meteorological Data Distribution) - укључен као сервис у програм METEOSAT Светске метеоролошке организације, све се више размене метеоролошких информација одвија преко сателитског система. Развијен за размену информација за области без изграђене инфраструктуре, показује изузетну поузданост, отпорност на сметње као и исплативост. Методе сателитског осматрања метеоролошких појава се практично тек разрађују, али су сви изгледи да ће овај алат пружити неочекиване могућности (сателитски се мере појаве на површини Земље на 3 x 3 km).
Нова техничко - технолошка достигнућа су омогућила да се огромна количина информација добијена радарским и сателитским осматрањима, придружи и интегрише у постојеће хидрометеоролошке контигенте информација. Нажалост не постоји веће искуство у хидролошкој примени радарски и сателитски измерених метеоролошких вредности, али се сагледавају могућности и практичност ових нових технологија. Из досадашњег искуства се зна да су радарска и сателитска мерења врло успешна, али да интерпретације добијених вредности нису једноставне. Специфичне су за одређену орографију - односно слив, те се морају вршити извесне калибрације.
Због велике количине података у сателитској размени и потребе за уштедом капацитета, има неких специфичности у односу на досадашње начине рада. Наиме, сви се подаци морају при слању компримовати и на пријему развити. Такође се примењује криптографија података који су под комерцијалном заштитом. Ово намеће захтеве за стандардизацијом и неким новим техникама и новим софтверским системима које треба укључити у рад.

Подаци као основ креирања система

Од кључног значаја за дефинисање софтверског система, неопходна је тачна идентификација података и везе између њих. Информатички задатак организације преузимања података и формирања semi - realtime Базе, мора бити креиран на основу типа, контигента и протока података коришћених у прогнозирању.

Независно од хидролошких прогностичких модела који се користе у РХМЗ, хидролошки модел слива може се свести на облик:

$$y_k=h(x_k)$$

где је:

$$x_{k+1}=g(x_k, p_k, u_k, w^h_k, w^m_k),$$

а:

$$x(t_0)=x_0$$

ту су:

y_k - вектор излаза из модела у тренутку t_k (измерених величина)
x_k - вектор стања система у тренутку t_k (све променљиве у моделу чија се вредност динамички мења услед дејства спољних промена: влажност земљишта, дубинска инфилтрација и стање линеарних резервоара)
p_k - вектор параметара модела у тренутку t_k
u_k - вектор управљања у тренутку t_k
w^h_k - вектор спољних хидролошких улаза у тренутку t_k (измерени хидролошки параметри - водостаји, температуре воде)
w^m_k - вектор спољних метеоролошких улаза у тренутку $т_к$ (укупан водени талог услед падавина и отапања снежног покривача, температуре, положај и брзина премештања падавинских облака и прогноза количине падавина)
g - функција симулације физичког процеса претварања падавина у отицај

Теоријски гледано, база података, на коју ће се ослањати примењени прогностички модели, мора садржати све, горе побројане, параметре, као и графичке подлоге сливова и радарски и сателитски снимљених података. Оријентација у овој области је примена континуалних модела, који захтевају већи број улазних података, те информациони систем мора бити способан да их све са лакоћом прихвати.

Свакако да учешће појединих улазних параметара у прогностичком моделу нема исту тежину, тако да ће информациони систем бити развијан и дограђиван према важности параметара (и технолошко - материјалних могућности) тј. од принципа оперативности, ка максималној егзактности.

Као што је познато, највећи и непосредан утицај на посматрану хидролошку ситуацију имају падавине и температурне промене, које су брзопроменљиве величине. На брзину промене протицаја, следеће по значају би се могло означити топљење снега у одређеним периодима, а у другим опет, неки други, иза којих у свим случајевима стоји температура ваздуха, као и кретање ваздушних маса.

Све су ово **метеоролошки подаци**, из чега произилази да су за краткорочне хидролошке прогнозе, управо они и најважнији.

Како комплексни (детерминистички) модели допуштају непрекидно симулирање хидрограма, то је неопходно континуирано праћење основних компоненти хидролошког циклуса. Њихова примена указује на потребу формирања такве технолошке подлоге, која би и омогућила континуирано мерење и сливање података у оперативну Базу, доступну у сваком моменту примењеном моделу и прогностичарима.

Такође је од евидентног, непосредног утицаја стратегија управљања акумулацијама и регулисаним водотоцима. Хидролошке прогнозе утичу на избор стратегије управљања те се овим може одржавати жељени режим у сливу.

Пошто су природни режими вода често измењени услед постојања акумулација или других хидротехничких мера, параметри који би се морали наћи у овој Бази треба да задовоље, не само моделе падавине - отицај и моделе за симулацију тока у кориту, већ и моделе за управљање.

За увид у хидролошку ситуацију, значајну улогу играју подаци из међународне размене, који су постали лако доступни захваљујући повезаности Завода са суседним хидрометеоролошким службама преко Интернета.

Табела 1

Ознака вектора	**Подсистеми Базе**
x_k	стања система у тренутку t_k
p_k	параметара модела у тренутку t_k
w^h_k	спољних хидроулаза у тренутку t_{ko}
w^m_k	спољних метеоулаза у тренутку t_{ko}
u_k	управљања у тренутку t_k
y_k	излаза из модела у тренутку t_k
и веза	архивска база хидролошког Сектора

Све горе поменуте групе података морају наћи место у одговарајућим подсистемима semi-realtime Базе за хидролошке прогнозе. Предвиђени подсистеми Базе би се креирали управо према наведеним векторима, као структурама које се препознају као подлога примене модела.

Пошто ће се будуће прогностичке методе све више ослањати на **метеоролошке** податаке добијене радарским и сателитским мерењима просторно приказаним, намеће се потреба за графичким делом ове Базе. Он ће се састојати од неколико датотека сталних и привремених:

Табела 2 Графичка база

стална 1	датотека граница сливова
стална 2	датотека водотока по сливовима
стална 3	датотека параметара сливова
стална 4	датотека објеката
привремени подаци	датотека привремено меморисаних метеоролошких граф. података

Код графички дефенисане просторне појаве уочавају се три битне компоненте:

1. појаве које се прате у реалном времену;
2. просторна локација појаве;
3. време посмарања (мерења) појаве.

Односно: шта, где и када.

У GIS-у (Географском информационом систему) се ове појаве приказују као карактеристике - подаци придружени некој просторној тачки, линији или полигону. То је статичка слика стања, као што је водоток или пошумљеност слива. Овакви објекти се чувају у сталним датотекама. Како су метеоролошке појаве - динамичка збивања, то је за опис и ток појаве нарочито битна компонента време и ови се подаци чувају у привременим датотекама. Сталне датотеке садрже географске подлоге са непроменљивим карактеристикама, док се мерени и прогнозирани просторни подаци смештају у слојевима који кореспондирају временским атрибутима.

Метеоролошке прогнозе морају бити експлицитно издаване по појединим параметрима који улазе у хидролошки модел (прогноза температурних токова, прогноза интензитета падавина у времену и простору...). Како се из метеоролошких прогностичких модела, резултати добијају у графичкој форми у простору независно од граница сливова и осталих географских објеката, графичка база сталних датотека служи за издвајање параметара омеђеног слива и осталих карактеристика подручја

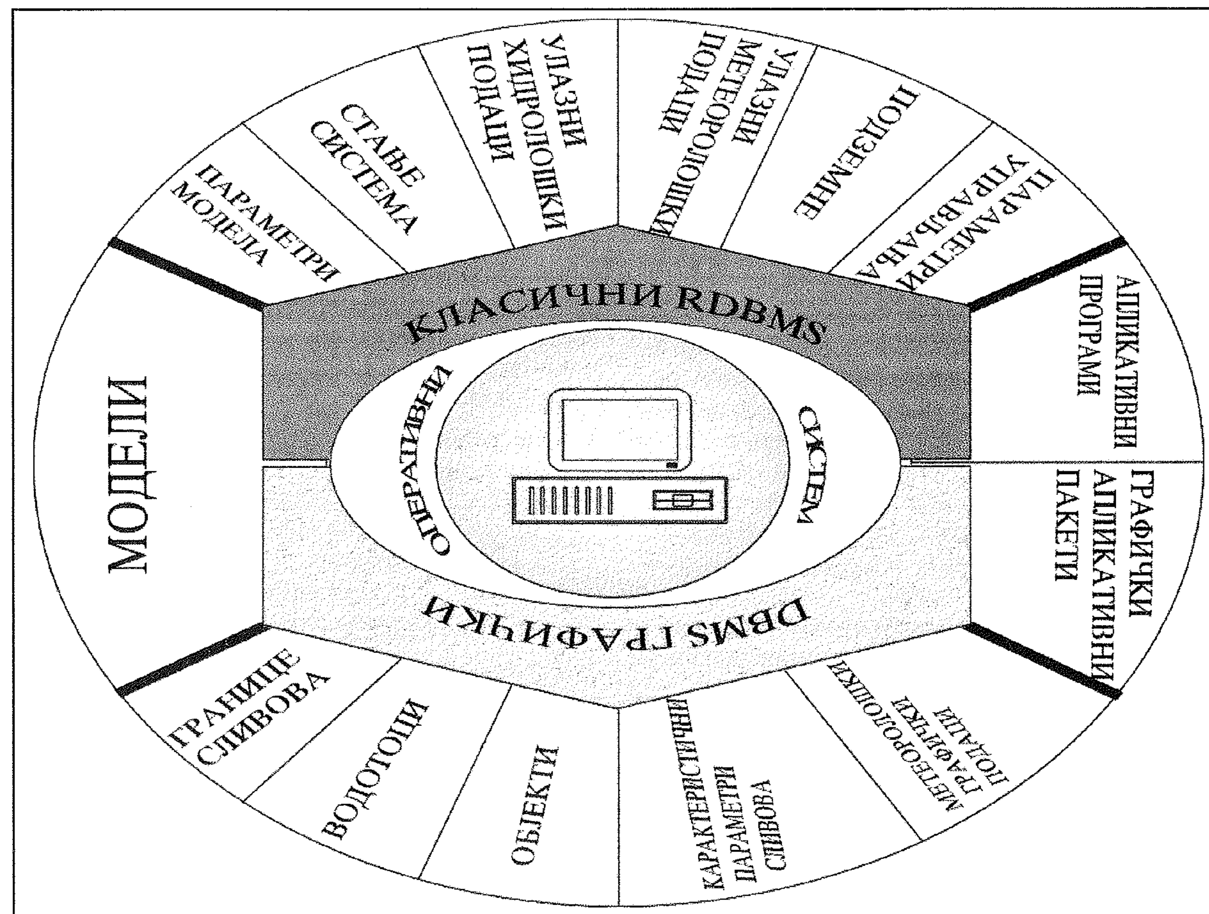
Привремене графичке датотеке садрже просторне снимке метеоролошких појава, као и прогнозиране вредности истих, сложене по временски прецизираним лејерима.

Време чувања појединих група података у овој Бази одређује прогностичар, узимајући у обзир развој хидролошке ситуације и режима вода на терену и застарелости улазног податка.

Како у РХМЗ постоји Архивска база хидролошких података са подацима о свим мерним станицама и мерењима од оснивања хидролошке службе, то се предвиђена semi realtime База повезује са њом ради баждарења модела и осталих битних информација.

Ово би био преглед података и типова који дефинишу Базу.

Следећи битан чинилац је:



Организација модела података у Бази.

Не улазећи детаљније у разматрања о могућим типовима DBM система за GIS апликације, поготову што у свету не постоји опште прихваћен модел података везаних за простор, поменућемо најгрубљу поделу на две групе: ***унификована архитектура и дуална архитектура.***
У дуалној архитектури се подаци, који нису просторни, чувају у релационим базама података и подржани су конвенционалним DBMS. Просторни подаци се посебно чувају меморишу и користе специјализованим просторним упитним језиком. Тиме се само проширује постојећа технологија рада, а не мењају из основа ни концепт ни алати.

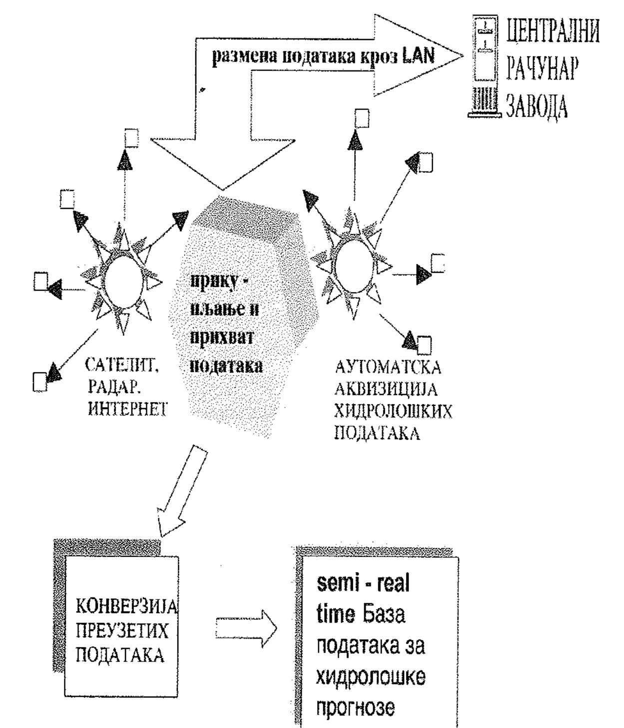
Унификована архитектура је настала са појавом објектних модела података, омогућава изградњу сложених објеката агрегирањем простих или другачијих и на јединствен начин оперише са разнородним типовима података. То захтева врло сложене методе и стандарде и у овој фази је неисплатив.
Закорачујући овим пројектом у област технике GIS, треба се определити, без великих амбиција, за дуалну архитектуру semi-realtime Базе података хидролошке прогнозе. За овакву се архитектуру треба одлучити због једноставне интеракције са постојећим апликацијама и приступа подацима који се одражавају кроз њих. Са друге стране, не постављају се велики захтеви у испуњавању ефикасности рада, због невеликог скупа географских података (подлога), са малим бројем међусобних веза. Наиме, на основу контура слива, из радарски измерених просторних података, треба издвојити нумеричке податке, припадајуће том сливу. Ту нема ни текстуалних променљивих ни сложених агрегираних објеката. Поред тога, овај би се систем могао означити као једнокориснички тј. неће се истовремено на истом простору примењивати различити модели, те проблем конкурентности нема значаја, на шта је дуални модел осетљив.

Технолошка подлога и организација рада

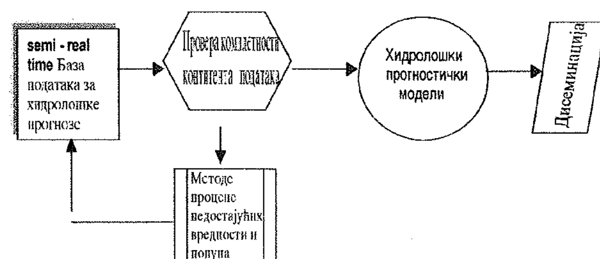
Организација рада одељења прогнозе који обухвата: прихват података из разних извора, предходне обраде, привремено чување података, анализе и издавање прогноза, захтева строго дефинисане процедуре и надлежности кроз организационе сегменте:

1. прикупљања података (подршка физичке комуникације, мрежни протоколи, аутоматска аквизиција, међународна размена, размена информација у LAN...)
2. филтрирања података за смештање у Базу (декомпресија, демодулација, централна обрада порука, сателитских и радарских слика, архивирање, контрола и приказивање података,
3. сегмент рада са semi - realtime Базом података и архивском хидролошком Базом података
4. сегмент радних станица, задовољавајућих перформанси, које ће омогућити и примену апликативних прогностичких програма, модела, графичку презентацију ....

Независно од опремљености, треба рачунати да се исти хардвер може користити истовремено за разне апликације.



У зависности од врсте података који се преузима у Базу, од врсте сензора, аквизиционог уређаја, комуникационог софтвера срећу се различити формати, те их треба филтрирати и издвојити као чисте податке у Базу. У самој Бази, формати података треба да су исти као формати који се користе у моделу који ће их преузимати.
Даљи поступак у фази припреме података за примену хидролошког прогностичког модела представља провера комплетности неопходних података и њихова попуна:



Последња фаза је обрада података кроз **модел** и дисеминација резултата на предвиђен начин (упозорења телефоном, факсом, Интернет, Заводски LAN, централни сервер...)

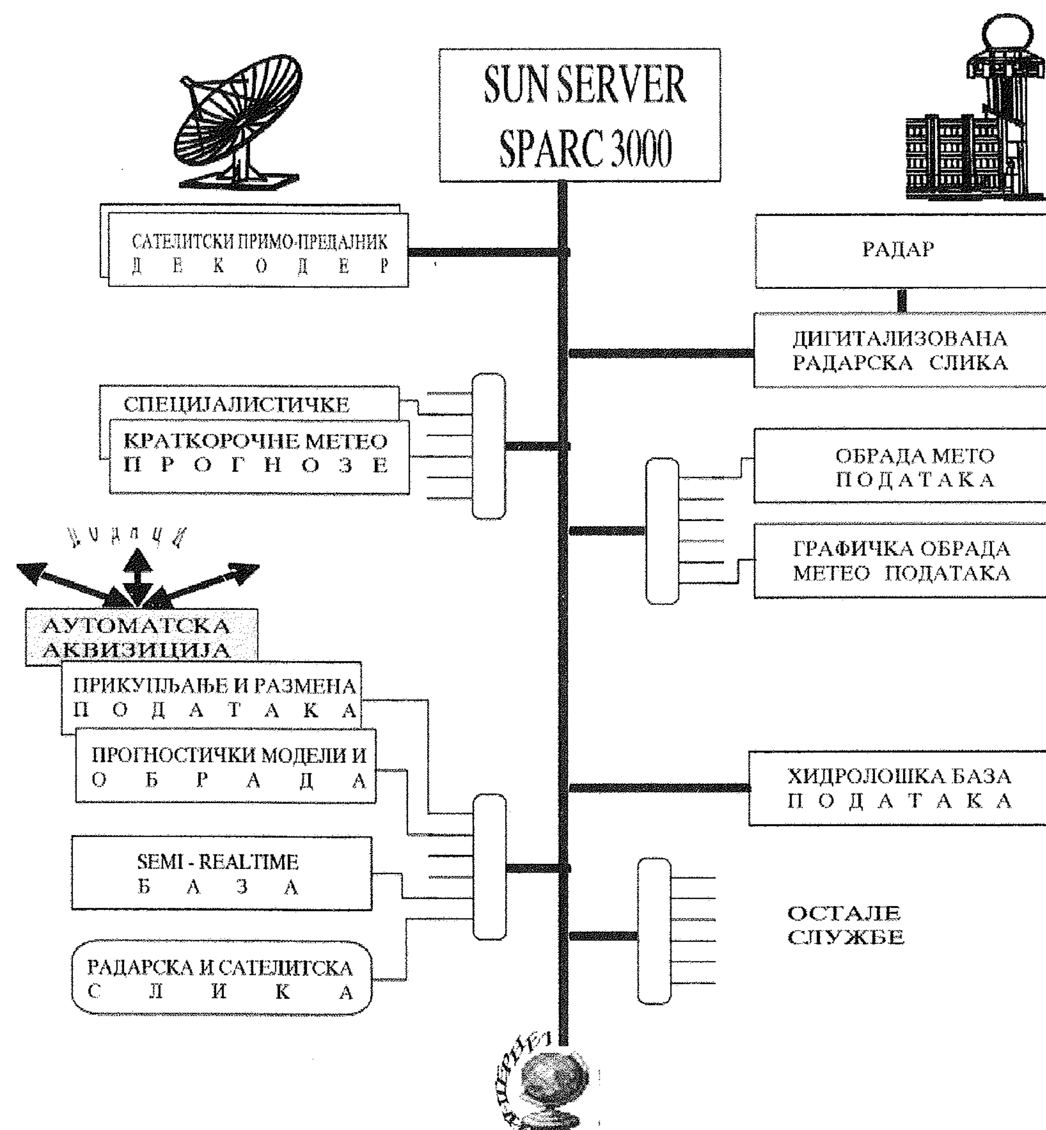
Дизајнирање и развој Заводске информатичке инфраструктуре

Ослањајући се на реализоване, постојеће секторске информационе системе, а водећи рачуна о развоју технологије и новим стандардима у информатици, ових неколико области перманентно је у фокусу пажње заводских стручњака:

- real - time пренос података
- декодирање/кодирање
- нови протоколи за пренос података и стандарди формата података
- интеграција система (у постојеће окружење)
- корисничке станице (хардверске перформансе и оперативни систем)

Из тога је проистекла и тренутна концепција Информационог система РХМЗ.

Најважнија компонента информационог система у оквиру Завода јесте централни рачунар SAN, који је преко Ethernet мреже везан са свим рачунарима оперативних служби Завода. Чак се предвиђа да се GMS у Србији директно вежу у Информациону мрежу, као клијенти. Тиме би се практично сви



прикупљени подаци у овим станицама истога тренутка нашли на дохват руке свакога ко је прикључен у мрежу. У овој шеми пажња се фокусира само на подсистеме метеоролошке припреме и обраде података, као и систем хидролошке прогнозе, као корисника метеоролошких података. Иначе се сав Хидрометеоролошки информациони систем везује за приказану информатичку кичму.

Закључак

У свим случајевима када не постоји техничко технолошка могућност примене пуне детерминисаности, прибегава се статистичким методама, а ако се није у стању ни да за ове методе обезбеде неоходни параметри и алгоритми, у предвиђању наступајућих догађаја може помоћи емпиријско искуство. Радарска слика облачности може искусном прогностичару да у многоме употпуни недостајуће информације и омогући предвиђање наступајућих појава. Стога је важно поставити монитор и проследити слику расподеле облачности и у одељење хидролошких прогноза, не заборављајући да хидролошки прогностичари треба да базирају своје обраде на финалним нумеричким резултатима метеоролошке прогнозе.

Овде треба поновити да ће информациони систем бити развијан и дограђиван према важности параметара и изнад свега материјалних могућности тј. од принципа оперативности, који укључује и емпирију у прогнозирању, не одустајући од тежње ка максималној егзактности.

Такође не значи да ће у најскорије време бити на свим сливовима постављене аутоматске аквизиционе хидролошке и метеоролошке станице, али ће се и у стратегији постављања истих водити рачуна о економској важности сливног подручја.

Физичким повезивањем у LAN Завода, чини се први корак ка сарадњи и заједничком коришћењу радарски мерених података.

Остаје да се у свакодневни програм рада укључе истраживања и примена нових метода.

Овде треба истаћи потребу за укључивањем свих стручњака у напорима да се реализују и примене достигнућа истраживања. Истичући потребу за сарадњом, не изражавамо формални став са којим се сви начелно слажу. Хоћемо да нагласимо да, када се већ у РХМ Заводу интензивно ради на увођењу нових мерних метода (које се ослањају на надпросечну опремљеност радарима), не треба чекати финална светска решења да би се иста применила у пракси. Наше су амбиције: истраживања усмерена на примену, а сарадња и улога хидролога као непосредних корисника и учесника у баждарењу и интерпретацији радарски и сателитски измерених вредности, само може убрзати примену нових метода.

Литература:

- Др. Ђуро Радиновић, Мр Александар Костић: "Радарско мерење падавина у Србији" - студија Београд 1997
- James Martin: "An End User's Guide to Data Base" Prentice Hall 1985
- М. Кукрика: "Методологија пројектовања информационих система " Београд 1995
- "*GIS* ***- стање и перспективе***" Зборник радова Првог југословенског скупа о GIS технологијама, Београд 14 15 март 1996
- Самир Ћатовић: Примена SSARR моде-ла за прогнозу отицаја са слива реке Колубаре
- Интерна документа РХМ Завода Србије

АУТОМАТСКА МЕРНА СТАНИЦА ЗА ПРАЋЕЊЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ И ЕКОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ

Виша Тасић, Новица Милошевић, Драган Миливојевић, Милан Радојковић
Институт за бакар Бор

Abstract

This paper describes characteristics, way of realization and application in practice of own computer system for real time automatic data acquisition, processing and analysis of meteorological and ecological parameters in urban area.

Абстракт

Развијени рачунарски систем опште намене нашао је примену у мониторингу метеоролошких и еколошких параметара у урбаној средини.

УВОД

У Институту за бакар (Завод за хемијску и техничку контролу) постоји вишегодишње искуство у праћењу аерозагађења и анализи земљишта и отпадних вода. У циљу аутоматизације узорковања, обраде и меморисања резултата о стању животне средине у одељењу за Индустријску информатику реализован је рачунарски систем који се састоји од микрорачунарских уређаја УМС89А (мерних станица) и персоналног рачунара. Комуникације између рачунара у систему базиране су на БСП протоколу [1] за синхрони пренос. Реализовани систем налази се у оперативном раду у Бору неколико месеци.

ХАРДВЕР СИСТЕМА

Хардверску компоненту система чине:

1.Мерни претварачи и сензори који метеоролошке параметре (температура, атмосферски притисак, влажност, осветљеност, брзина и правац ветра) и еколошке параметре (еквивалентна доза зрачења, бука) претварају у одговарајуће електричне сигнале. Мерни претварачи који се у овом случају користе набављени су од фирме ***Conrad*** и углавном поседују напонске излазне сигнале из опсега од 0-2.5**V** .

2. Микрорачунарски систем УМС89А (мерна станица) је модуларни рачунарски уређај прилагођен за прихватање улазних величина са мерних претварача и сензора базиран на осмобитној фамилији М6800 са следећим карактеристикама:

- 8-битни процесор М6800
- 64 КБ меморијског простора
- 8-битни А/Д конвертор
- 64 аналогна диференцијална улазна канала (струјни или напонски)
- 64 дигитална улаза
- модем за синхрони пренос у основном опсегу

3. Персонални рачунар са додатком комуникационог интерфејса за прихват података са модема за синхрони пренос.

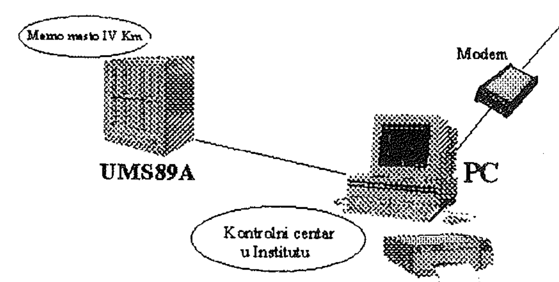
На слици 1. приказана је конфигурација рачунарског система примењеног у Бору.

СОФТВЕРСКА КОМПОНЕНТА

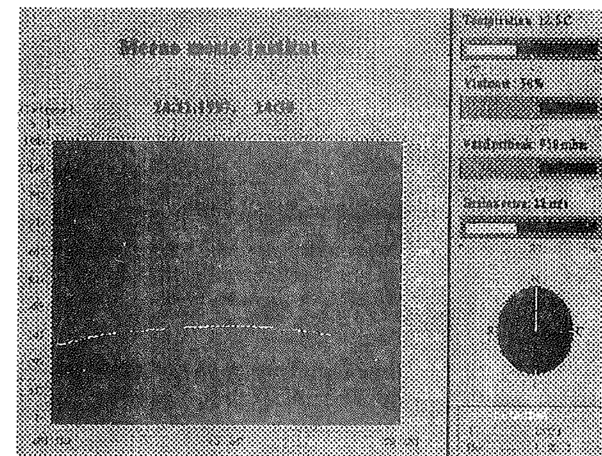
Софтвер система сачињава низ модула груписаних према хардверским целинама:

На мерној станици постоје модули за самотестирање и дијагностику, мерно контролни

модул и комуникацијски модул. Сви ови модули писани су у асемблеру за М6800 и уписани су у ЕПРОМ .



Сл.1. Конфигурација рачунарског система



Сл.2. Изглед једног од радних екрана у МС ДОС окружењу

На персоналном рачунару реализовани су програмски модули писани у Турбо Паскалу којима се постиже:

- управљање радом мерне станице
- прихватање података са мерне станице, управљање комуникацијама као и провера исправности трансфера.
- обрада пристиглих података са мерне станице и њихов приказ на екрану
- меморисање података у датотеке или базу података на хард диску
- приказ мерења из претходног периода на захтев
- формирање извештаја на нивоу дана или на месечном нивоу према одговарајућем захтеву

НАЧИН ФУНКЦИОНИСАЊА СИСТЕМА

Излази мерних претварача прикључени су на улазне канале мерне станице.Станица је тако програмирана да врши узорковање свих параметара сваке секунде. Електрични сигнали се путем А/Д конверзије преводе у еквивалентну бројну вредност. У процесу мерења врши се логичка контрола у односу на засићење или на нерегуларне вредности.

Свакога минута мерна станица шаље према персоналном рачунару средње вредности параметара измерене у предходном минуту. У случају прекида комуникација између мерне станице и персоналног рачунара, мерна станица је у стању да 24 сата памти податке. Након поновног успостављања комуникација упамћени подаци се преносе са временом настанка као заостале поруке до персоналног рачунара.

Подаци пристигли са мерне станице у комуникациони интерфејс персоналног рачунара преузимају се програмским испитивањем његовог статуса. Из комуникационог интерфејса преузети подаци смештају се у РАМ меморију. Персонални рачунар је место интеракције човека са надгледаном појавом и ради у неколико режима:

- презентира ажурну слику вредности свих мерених параметара у бројном и графичком облику у реалном времену
- формира датотеке и базу резултата мерења и смешта их на диск
- подржава везу са другим рачунаром и обезбеђује пренос одатака за креирање дефинисаних извештаја
- информише о стању система (дијагностика стања) и омогућује управљање њиме (тестирање, корекција времена и сл.)

Програм аутоматски формира одговарајуће дневне и месечне извештаје.
На слици 3. приказан је изглед дела једног дневног извештаја. Сви подаци доступни су за даље анализе у неком од стандардних програма за табеларне прорачуне.

ЗАКЉУЧАК

На основу вишемесечног упоређивања и анализе резултата мерења аутоматске мерне станице и мерења класичне инструментације дошло се до закључка да су добијени резултати задовољавајуће тачности (у границама тачности мерних претварача).

Основне предности реализованог система у односу на досадашње методе огледају се у следећем:

- врши се правовремено мерење

- елиминишу се субјективне грешке очитавања и саопштавања резултата
- врши се ефикасна контрола мерених величина у односу на задате границе, што омогућује упозорења и алармирање
- резултати мерења су расположиви за анализе и обраде помоћу моћних програмских алата
- омогућено је лако чување и размена података и сл.

Овакав рачунарски систем је веома погодан за примену у ширем градском подручју ако се има у виду да се лако може проширити додавањем нових мерних места (мерних станица).

Треба напоменути да је систем отворен за стандардно комуникацијско повезивање са неким другим (надређеним) системом.

Izvestaj o merenjima automatske meteoroloske stanice
Instituta za bakar u Boru za dan 02.08.97

Nadmorska visina: 386 m
Geografska sirina: 44ø03'34''
Geografska duzina: 22ø06'30''

Vreme	Temperatura [°C]	Vlaznost [%]	Pritisak [mbar]	Osvetljaj [Lux]	Zracenje [nSv/h]*1000	Buka [dB]	Br.vetra [m/s]	Pr.vet [°]
1	15,1	87,4	968	0,3	0,11	46	6,5	
2	15,1	87,4	968	0,3	0,09	45	7,8	
3	15,6	78,4	967	0,3	0,11	44	0,1	
4	15,1	79,2	968	0,3	0,08	43	0,1	
5	15,1	87,4	968	0,3	0,07	44	0,1	
6	14,2	94,1	968	5,4	0,09	57	8,0	
7	13,7	90,9	968	20,0	0,03	53	0,1	
8	13,2	90,5	968	20,3	0,08	56	7,8	
9	13,7	90,1	969	22,7	0,11	55	0,1	
10	14,2	90,1	969	23,5	0,13	49	0,1	
11	14,7	90,1	969	28,6	0,03	52	0,1	
12	14,7	77,6	969	26,2	0,05	49	0,1	
13	15,1	87,8	968	27,0	0,04	50	4,3	

Сл.3. Изглед дела дневног извештаја

ЛИТЕРАТУРА

Д.Миливојевић, М.Радојковић, Г.Јојић-Благојевић,С.Лаловић,'Рачунарске мреже на бази БСП комуникацијског подсистема', ЈУИНФО'95, књига 2. страна 228-231, Брезовица 04-7. Април 1995.

Д.Миливојевић, М.Радојковић, Г.Јојић-Благојевић, С. Лаловић, Ђ. Шимон, В.Тасић, Д.Миловановић "Контрола загађености радне и животне средине применом сопственог система за рад у реалном времену" Зборник радова са међународне конференције Превентивни инжењеринг и животна средина, (поглавље Д16-1 до Д16-3), Ниш , новембра 1995.

АУТОМАТИЗАЦИЈА РАДА РАДАРСКОГ ЦЕНТРА ОДБРАНЕ ОД ГРАДА У СРБИЈИ

Зоран Вучинић, дипл.мет. и Љубомир Маринковић, дипл.мет.,
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66,
11030 Београд, Југославија

Abstract

The solutions applied in project : "Operational Automatization of a Hail Suppression Radar Center" performed in cooperation with the Faculty of Electronic Engineering from Niš are presented in this paper. Future development activities within this project are also given.

Апстракт

У раду су презентована решења која се примењују у пројекту "Аутоматизација радар радарског центра одбране од града" који се ради у сарадњи са Електронским факултетом из Ниша. Такође је дат и будући развој овог пројекта.

Досадашњи начин рада у оперативном спровођењу дејства на градоносне облаке достигао је свој максимум, како у брзини рада тако и у квалитету. Тако, да је даље напредовање у повећању ефикасности одбране од града, могуће само увођењем у оперативни рад нових технологија, које би омогућиле много брже и прецизније реаговање у дејству на градоносне облаке.

Имајући све ово у виду, Републички хидрометеоролошки завод Србије је склопио 19.01.1995. године уговор са Електонским факултетом из Ниша за израду "Идејног пројекта система за аутоматизацију радарског центра заштите од града". Резултат заједничког рада је дефинисање пројектних захтева за систем аутоматизације радара MITSUBISHI RC-34A. Пројектни захтев је тако дефинисан да систем аутоматизације радара MITSUBISHI RC-34A мора да омогући следеће функције:

1.Рад у реалном времену;

2.Могућност избора мерног опсега, који је усаглашен са мерним опсезима радара MITSUBISHI RC-34A (25, 50, 100 и 250 km);

3.Код претварања аналогног у дигитални сигнал, треба да се користи логаритамски сигнал радара. Интезитет рефлексивности треба да је изражен у dBZ-има, и при том је потребно узети у обзир техничке карактеристике сваког појединачног радара;

4.Могућност регистровања интезитета рефлексивности од 0 до 90 dBZ са кораком од 1 dBZ ;

5.Потребно је да се обухвате следеће корекције сигнала :

-услед закривљености земљине површине,
-услед атенуација у атмосфери;

6.Величина пиксела треба да буде прилагођена резолуцији екрана 1024x1024 у свим мерним опсезима;

7.Аутоматско радарско скенирање мора да омогући приказ слика :
-PPI ;
-RHI ;
-CAPPI ;
-секторски PPI ;
-секторски RHI ;

-секторски CAPPI ;

8.Вертикална оса при RHI пресеку као и приказу запремине и вертикалног пресека радарског одраза добијених из секторског претраживања треба да буде од 0 до 20 km;

9.Код приказа слике на екрану користиће се 256 нијанси боја;

10.Снимање и филтрирање сталних одраза;

11.Меморисање свих података (слика и нумеричких података) уз памћење датума и времена очитавања;

12.Максималну отвореност софтвера, како би руководилац дејства одбране од града могао већину параметара сам да поставља у зависности од атмосферских услова.

У току саме израде идејног пројекта, пројектни задатак је проширен, тако да аутоматизација обухвата све послове на радарском центру а не само сам радар.

Резултат целокупног рада је "Идејни пројекат система за аутоматизацију радарског центра одбране од града". На основу овог идејног пројекта урађен је "Пројекат система за аутоматизацију радарског центра одбране од града" у коме су детаљно разрађени сви захтеви из идејног пројекта.

У даљем текст, укратко ће бити престављен аутоматизовани систем радарског центра одбране од града.

Систем за аутоматизацију рада радарског центра одбране од града дигитализује логаритамски канал радара MITSUBISHI RC-34A и обрађује их на погодан начин да би се на графичким дисплејима добили метеоролошки продукти за одвијање дејства одбране од града са циљем повећања ефикасности одбране од града и економичнијег коришћења противградних ракета. Аутоматски систем ради у синхронизацији са радаром и у реалном времену. Систем за аутоматизацију рада радарског центра заштите од града се састоји од неколико подсистема (слика 1) :

-Радарски сигнал процесор ;

-Дигитални сигнал процесор ;

-Подсистем за израчунавање координата ;

-Интерфејси за везу са подсистемом за приказиване метеоролошких продуката ,

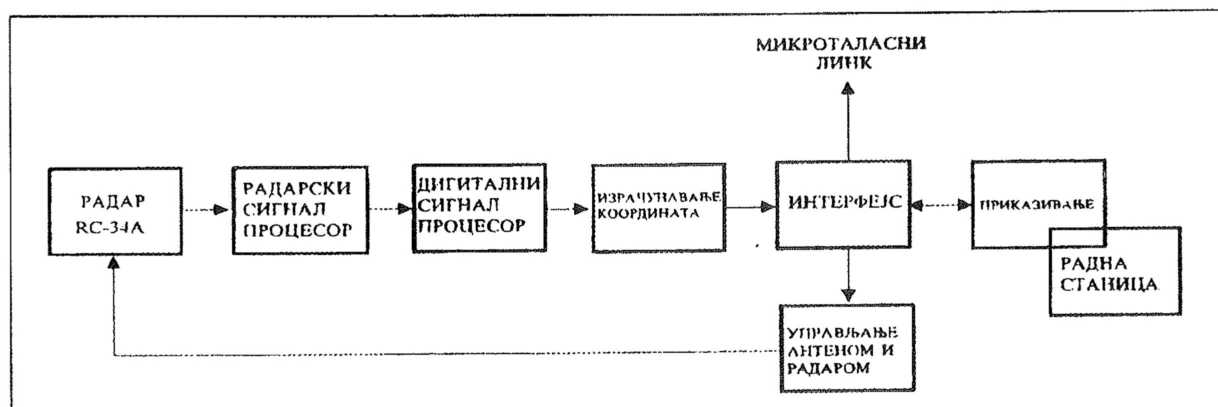
-Подсистемом за управљање радаром и антеном и микроталасним линком ;

-Подсистем за управљање радаром и антеном по азимуту и елевацији ;

-Микроталасни линк ;

-Подсистем за приказ меторолошких продуката ;

Радар сигнал процесор конвертује видео сигнале логаритамског канала радара у дигитални облик, интегрише их по даљини и азимуту, трансформише рефлексивност облака у облик примењљив у метеорологији (BZ), врши компензацију услед атенуације у атмосфери, генерише синхронизационе импулсе са рад система и омогућава пролаз сигналима за управљање радаром и антеном .



Слика 1 Приказ система за аутоматизацију радарског центара одбране од града

Дигитални сигнал процесор има три функције: форматира блок података који се затим обрађује и приказује на дисплејима система, естимира ниво шума и генерише офсет сигнал који елеминише његов утицај на систем и учествује у контроли кретања антене.

Подсистем за израчунавање координата конветрује координате поларног коодинатног система, у коме радар ради, у декартов координатни систем, погодан за приказивање метеоролошких продуката. Координате положаја радара су узете у обзир приликом трансформације.

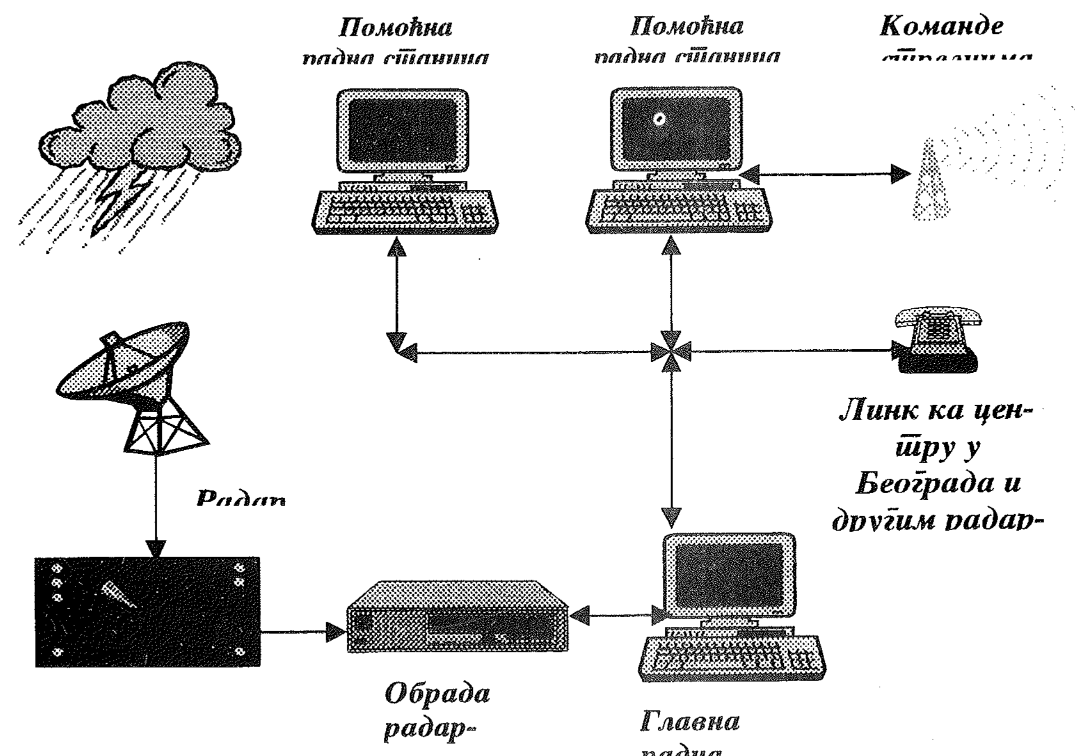
Подсистем за управљање радаром и антеном декодира захтеве главне радне станице и, на основу тога, ствара упављачке сигнале за управљање антеном. Начини управљања антеном који омогућавају добијање свих метеоролошких продуката су: кружно са константном селектованом брзином на фиксној елевацији - PPI, скенирање по елевацији са константном селектованом брзином на фиксном азимуту - RHI, секторско сакнирање по азимуту и елевацији и комбиновано секторско скенирање.

Интерфејс са микроталасним линком обезбеђује предају и пријем слике суседних радарских центар. Систем омогућава и слање радарске слике у центар заштите од града у Београду.

Подсистем за приказ метеоролошких продуката се састоји од три или више радних станица које су повезане у локалну (LAN) мрежу радарског центра (слика 2). Главна радна станица управља целокупним системом и налази се на радном месту руководиоца дејства заштите од града. Помоћне радне станице (две или више) намењене су за радна места планшетисте, координацију рада са центром одбране од града у Београда и издавању стрелцима команди за дејство.

На свим радним станицама се одвијају независни процеси који су у функцији радног места. Осим главне станице, остале могу према потреби, да се конфигуришу у станице различитих намена.

Како је приказ метеоролошких продуката непосредни циљ целокупног овог пројекта, њега ћемо мало детаљније описати.



Слика.2 Локална (LAN) мрежа радарског центра

Видео сигнал радара, после одређених трансформација у радарском сигнал процесору, израчунавања координата и форматирања поруке на улазу у подситем за приказивање метеоролошких продуката носи инфомацију о: рефлексивности (количини падавина), Доплеровој фреквенцији (када се изврши Доплеризација радара MITSUBISHI RC-34A), ширини спектра и координатама X,Y и Z .

Графички приказ треба да омогући једноставну преставу метеоролошких продуката са додатним подацима неопходним у процесу дејства на градоносне облаке као што су: географски елементи (положај противградних станица, положаји радарских центара и центра заштите од града у Београду, граница држава, градови, реке итд.), графички помоћни елементи (графички приказ промене одређених радарских параметара у времену, даљински и азимутни обележивачи, ознаке пресека по азимуту и елевацији, ознаке положаја задавајућег командног елемента, итд) и табеле релевантних података за дејство одбране од града (пријављени стрелци који су спремни за дејство, број и тип расположивих ракета по противградним станицама, оптималне противградне станице за дејство, елементи гађања за сваку станицу, тражени и одобрени квадрати, итд.).

Основни метеоролошки продукти су:
- -PPI ;
- -RHI ;
- -Хоризионтални пресеци или CAPPI ;
- -Вертикални пресеци ;
- -Ехо врх ;
- -Ехо база ;
- -Процесирање мапе клатера (сталних одраза).

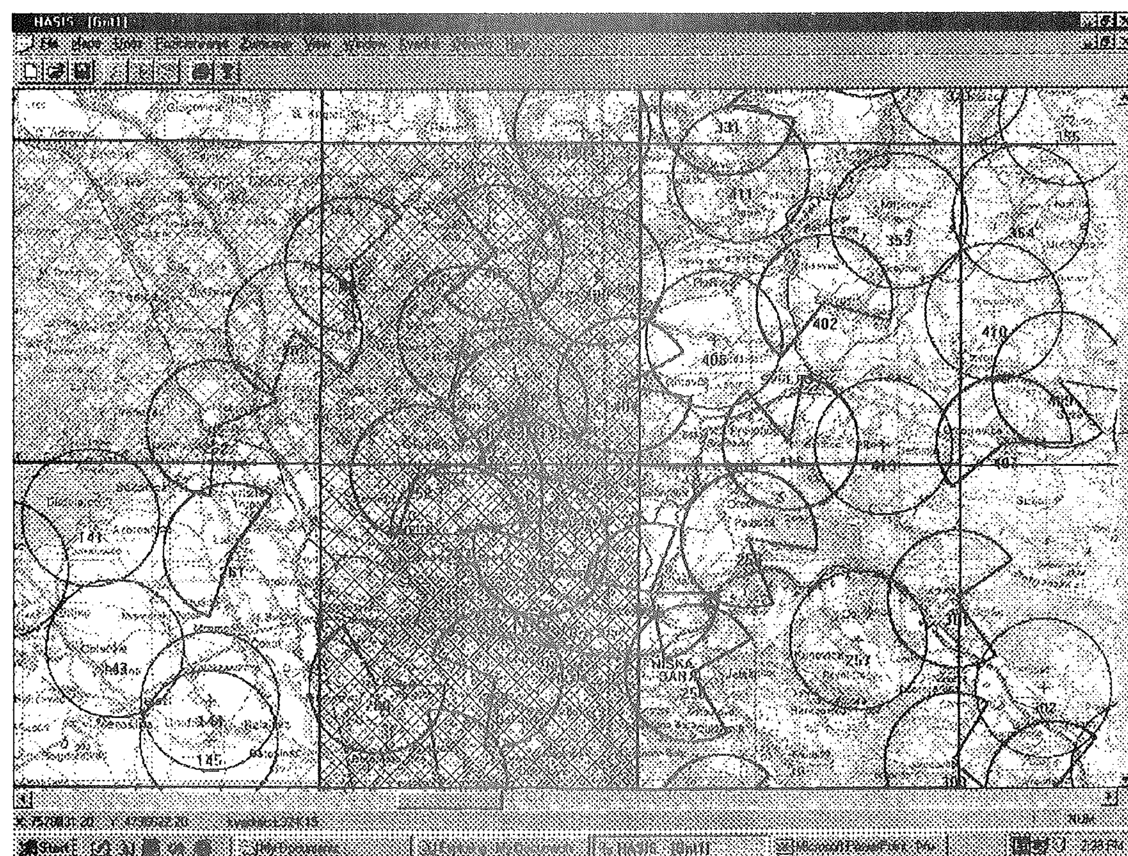
Изведени - секундарни продукти су :

-Аутоматска анализа селектоване ћелије облака ;

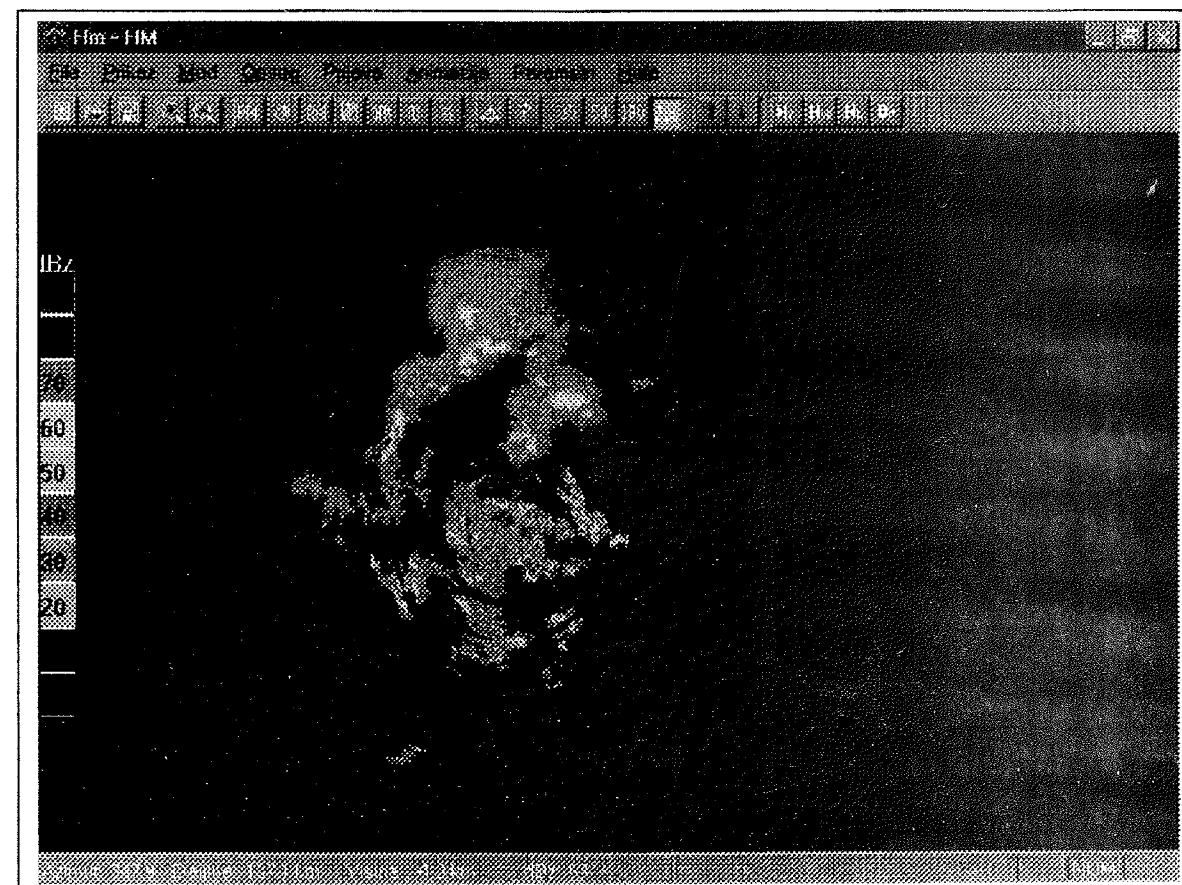
-Аутоматско праћење селектоване ћелије облака ;

-Тродимензионална представа селектоване ћелије облака;

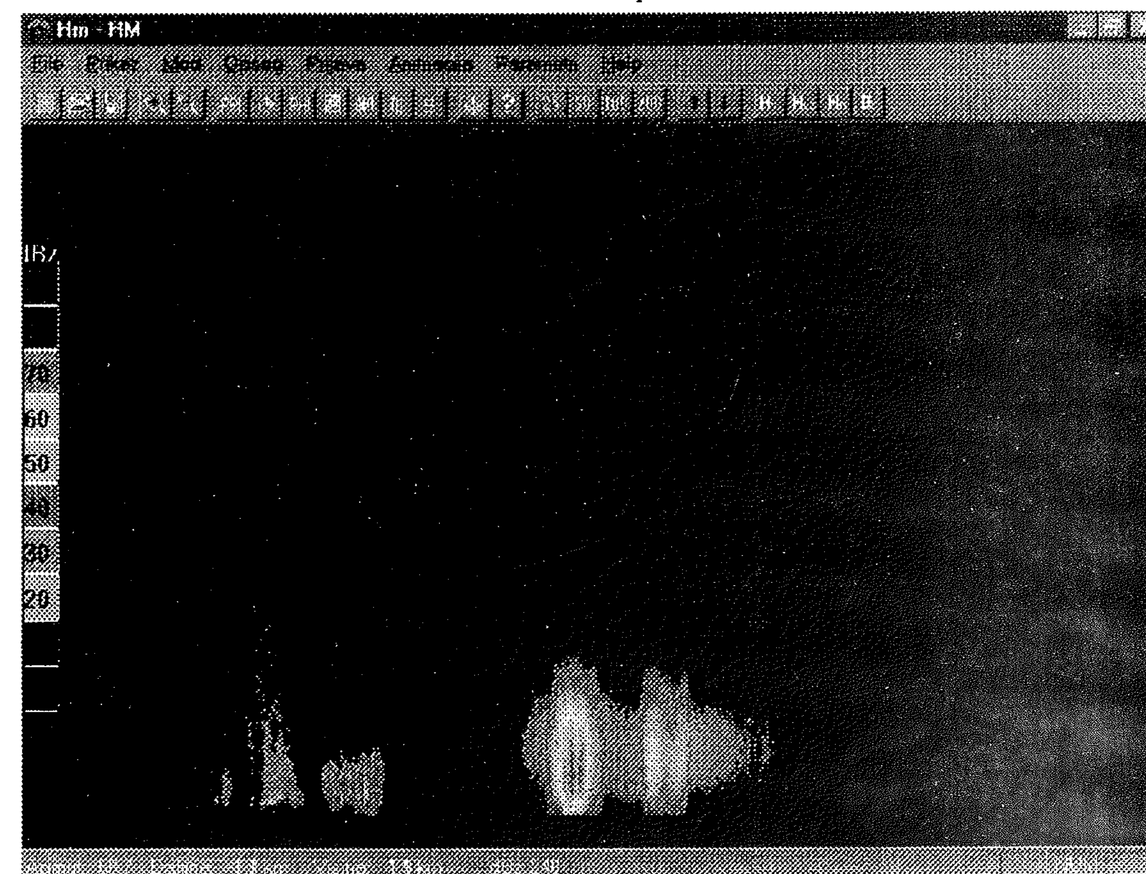
-Аутоматско праћење максимума рефлексивности и стварање сигнала упозорења на појаву максимума изнад одређене вредности (коју задаје руководилац радарског центра) у CAPPI начину рада .



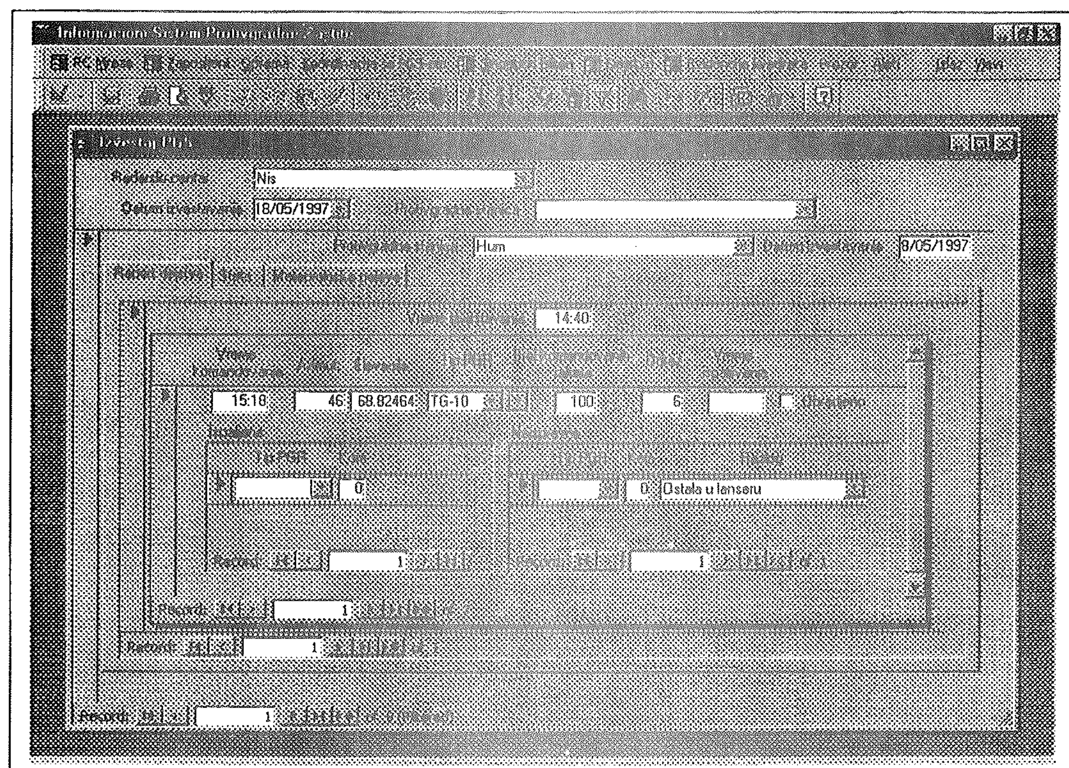
Слика 3 Изглед планшете у чеоном моделу



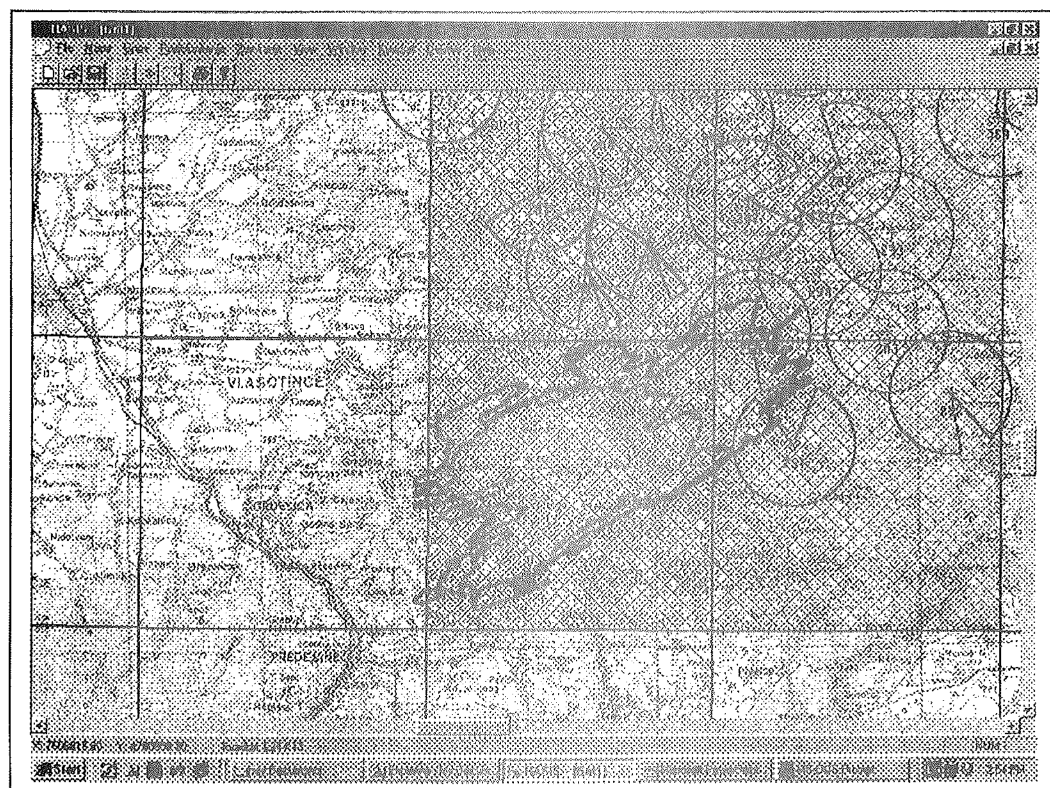
Слика 4 PPI пресек



Слика 5 RHI пресек



Слика бр.6 Информаци о дејству



Слика 7 Планшета за дејство са реалним радарским одразом

На основу овог пројета урађен је лабораторијки модел који је поред захтева дефинисаних у идејном пројекту имао и проширење у смислу укључивања у систем аутоматизације рада на радарском центру и процесе: радарског мерења и осматрања, процене развоја облачности, детаљног мерење радарских параметара, доношење одлуке за дејство, припреме дејства, само дејство, крај дејства, анализа дејства као и делова других подсистема која се односе на непосредан рад радарског центра .

По завршетку лабораторијког модела приступило се изради чеоног модела (слике бр.3.,4.,5. 6. и 7.). Тренутно је чеони модел у фази тестирања и његова оперативна употреба се очекује у току 1999. године

ЛИТЕРАТУРА

Ei Bull HN, 1994: Idejni projekt informacionog sistema odbrane od grada-knjiga 1, Beograd, 158 str.;

Ei Bull HN, 1994: Idejni projekt informacionog sistema odbrane od grada-knjiga 2, Beograd, 92 str.;

Elektronski Fakultet, 1995: Idejni projekt sistema za automatizaciju radarskog centra odbrane od grada, Niš, 133 str.;

Elektronski Fakultet, 1996: Projekt sistema za automatizaciju radarskog centra odbrane od grada, Niš, 160 str.;

Kostić A. et al.,1997: An Approach to Wether Radar Signal Processing by DSP for PC, 3th International Conference TELSIKS'97, Niš 645 str.;

Kostić A. et al.,1997: Wether Radar Signal and Data Processing in Hail Suppression System, Facta Univ. No 2, Niš 325 str.;

Rančić D. et al, 1996: Hail Suppression Information System or Radar Center, Proceedings of the GIS/LIS '95-96 Central Europe conference,Budapest,Hungary,102-111;

Rančić D. et al, 1996: Visualization of Radar Data in Hail Suppression Information System , 3th International Conference TELSIKS'97, Niš 433-436.;

Rančić D. et al, 1996: Rančić D. et al, 1996: Spatial Component of Hail Suppression Information System , ETRAN'96,Budva,(in Serbian)

СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ОДНОСА РЕЛАТИВНОГ ОСУНЧАВАЊА И СРЕДЊЕ КОЛИЧИНЕ ОБЛАЧНОСТИ

Биљана Сшаврић
Рейублички хидромешеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66
11030 Беоїрад, Југославија

Abstract

Meteorology as an applied science deals with studying complex and reciprocal relations between physical variables and phenomena in the atmosphere. Insolation is a very important climatic element and represents the basis for Solar radiation examining. There is evident decreasing tendency of relative insolation, based on the available data time series obtained from measurements on the territory of Serbia, study of which represents a task for further discussions on climatic changes on Earth. Very high correlation coefficient between cloudiness and insolation is determined by applying statistical methods for linear correlation, which represents a significant factor in analysing and checking of meteorological elements.

Абсшракш

Мешеоролоїија као йримењена наука бави се изучавањем сложених односа и узајамних веза између мешеоролошких величина и йојава у ашмосфери. Дужина шрајања сијања Сунца веома је важан елеменш климе и йредсшавља основ за изучавање Сунчеве радијације. На основу йосшојећеї низа йодашака на шерийорији Србије, евиденшан је шренд смањења релашивне осунчаносши, чије шумачење йредсшавља задашак за даље изучавање климашских йромена на Земљи. Применом сшашисшичке мешоде линеарне корелације између йојава облачносши и осунчаносши, ушврђен је веома висок сшейен зависносши између њих, шшо йредсшавља бишан факшор у анализи и коншроли мешеоролошких елеменаша.

Увод

У статистичкој обради метеоролошких података бројна вредност може бити резултат мерења, и тада је установљена помоћу мерног инструмента, или осматрања, када се добија визуелном проценом. Док нам инструмент даје тачан податак у тренутку мерења са великом прецизношћу, визуелна оцена не може бити тако детаљна и тачна, али је често репрезентативнија, јер може покрити веће подручје у атмосфери. Појава облачности осматра се на свим климатолошким станицама, док се стално регистровање осунчавања врши на релативно малом броју метеоролошких станица. Међутим, баш дужина сијања Сунца изузетно је важан елемент за многе научне и практичне потребе.

Применом метода корелације можемо одредити узајамну везу између ове две појаве и њен степен математички изразити. Резултат овог испитивања може се директно употребити у критичкој контроли и обради ова два параметра.

Појам и обрада осунчавања

Осунчавање представља дужину трајања сијања Сунца у неком временском периоду и користи се за израчунавање Сунчеве радијације. Дужина сијања Сунца у

одређеној тачки зависи од географске ширине и доба године. Из тог разлога, осим стварног (регистрованог) сијања Сунца, у статистичкој обради користи се појам потенцијалног (могућег) сијања Сунца за одређено место, које представља укупно могуће трајање сијања Сунца у неком дану (време од изласка до заласка), када би Земља била без рељефа и када би било сасвим ведро (без облака).

У климатологији је битан појам средње месечне и средње годишње суме часова сијања Сунца за дужи временски период (Табела1)

Табела 1. Средње месечне и годишње суме часова сијања сунца у периоду 1951.-1997.

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	година
Београд	72,9	94,1	146,9	187,1	231,9	261,1	297,5	278,6	217	165,7	88,6	63,7	2105, 3
Лозница	62,7	90,1	138,1	170,5	222,1	238,7	286,9	261,3	198,3	146,5	79,9	54,1	1949, 3
Ниш	62,6	92,5	142,6	169,4	220,7	241,1	277,2	269,9	207,5	154,4	85,2	47,5	1970, 9
Сомбор	63,8	92,0	146,6	179,1	228,8	247,5	283,4	261,2	201	155,5	78,3	54,5	1987, 2
В.Градиште	66,7	94,2	153,5	174	222,8	241,8	284,4	265,1	214,4	161,2	85,0	60,6	2030, 3
Златибор	82,9	101,8	138,7	158,7	199,6	218,2	265,7	247	199,7	162,8	106,8	74,5	1956, 6

Из ове табеле се види да стварно регистрована дужина сијања Сунца не зависи само од географске ширине посматраног места, већ и од низа других фактора као што су : рељеф, природно окружење, урбанизација, густина насељености, квалитет ваздуха (загађеност) и многи други. Сви ови фактори утичу на количину и врсту облачности, као и других појава од којих зависи дужина трајања сијања Сунца.

Осим стварног трајања сијања Сунца, у обради се користи однос стварног и потенцијалног сијања Сунца, односно релативно трајање сијања Сунца, тј. релативна ведрина неба у процентима (Табела 2).

Табела 2. Релативно средње месечно и годишње сијање сунца у процентима (%)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	година
Београд	26,1	32,9	40,4	46,9	51,1	56,7	63,7	64,6	58,2	49,2	31,3	23,7	45, 4
Лозница	22,3	31,4	38,0	42,8	49,1	52, 0	61,7	60,7	53,2	43,5	28,2	20,0	41, 9
Ниш	21,9	32, 0	39,2	42,8	49,3	53,2	60,3	63,2	55,8	45,6	29,6	17,2	42, 5
Сомбор	23,1	32,4	40,4	44,7	501	53,3	60,3	60,3	53,8	46,4	27,9	20,6	42, 8
В.Градиште	23,9	33,0	42,2	43,6	49,1	52,5	60,9	61,5	57,5	47,9	30,0	22,6	43, 7
Златибор	29,1	35,2	38,1	40,0	44,3	47,9	57,4	57,6	53,7	48,2	37,3	27,2	43, 0

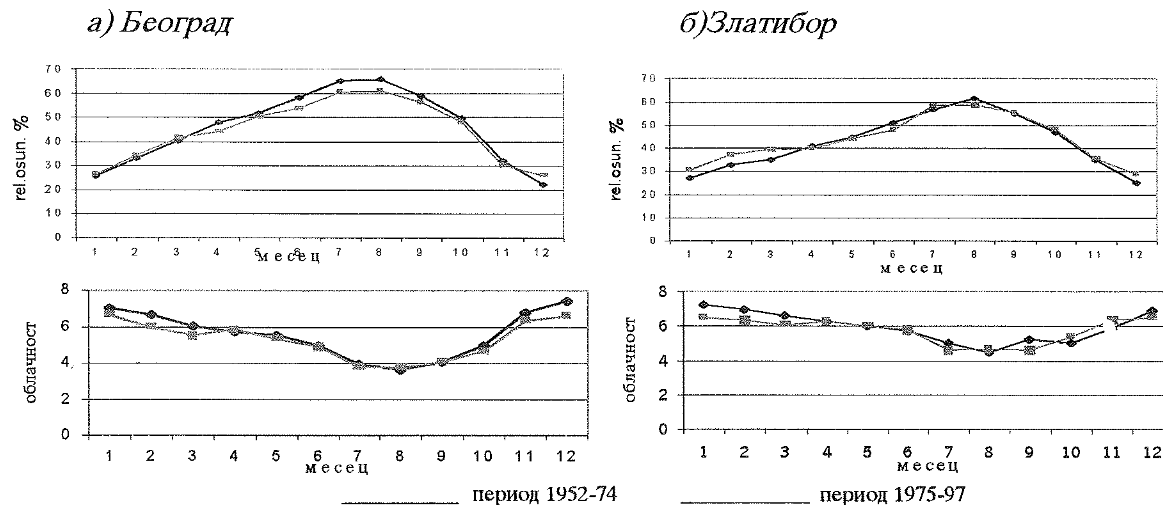
У Табели 2. приказано је релативно сијање Сунца датих станица за средње вредности месечних и годишњих сума у периоду од 1951. - 1997. године. Из ових података видимо да су вредности средњег годишњег релативног трајања сијања Сунца од 41.9% у Лозници, што представља најмању вредност у разматраном случају , до 45, 4% у Београду .Ове разлике су потврда локалног утицаја.

За Београд је посебно разматрано релативно осунчавање у периоду од 1925. - 1997. године (Табела 3.).

Табела 3. Релативно осунчавање за Београд за период 1925.-1997.

Београд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.вред.
1923-64	24,2	32,6	40,6	47,9	51,6	58,7	65,5	66,0	62,7	49,3	29,9	23,6	46,0
цео период	26,1	32,9	40,4	46,9	51,1	56,7	63,7	64,6	58,2	49,2	31,3	23,7	45,4
1965-97	26,2	33,3	40,8	44,4	50,3	53,8	60,4	60,9	54,9	49,4	31,8	23,8	44,2

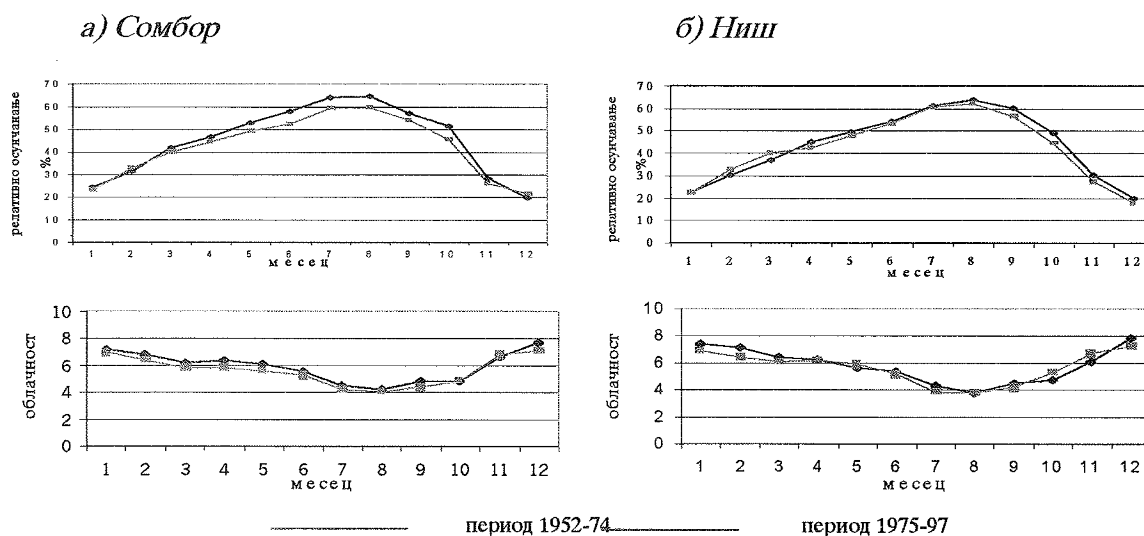
Евидентно је да је у периоду од 1965. - 1997. релативно трајање сијања Сунца мање и износи 44.2%, док је у периоду 1925. - 1964. његова вредност 46.0% од могућег сијања Сунца, узето за целу годину. То смањење је посебно изражено у летњим месецима.



Слика 1. Средња месечна релативна осунчаност и облачност у наведеним периодима

С обзиром да је Београд специфична (урбана) средина са сталним променама природног окружења, добијени резултати за релативну осунчаност у наведеним периодима указали су на потребу за анализом релативне осунчаности по одређеним периодима за остале одабране станице. Резултати су графички представљени на Сл. 1. и 2.

Слика 1. показује вредности релативног осунчавања за два временска периода која могу грубо да се представе као период са мањом и већом урбанизацијом.



Слика 2. Средња месечна релативна осунчаност и облачност у наведеним периодима

Јасно се види да је код посматраних станица (са изузетком Златибора) дошло до смањења релативног трајања сијања Сунца. Промена релативне осунчаности није правилно распоређена по месецима. Највеће негативне промене релативне осунчаности у односу на претходни период су у летњим месецима, а позитивне промене су ређе и везане су за зимске месеце, а њихов интензитет зависи од посматране станице.

Смањење релативног сијања Сунца у односу на потенцијалне вредности врло је битна за даље изучавање климатских промена на Земљи. Дужина сијања Сунца као један од битних метеоролошких елемената, повезана је са Сунчевим зрачењем, а за последицу има промену температуре ваздуха и низа других најважнијих елемената климе.

У циљу доласка до објашњења појаве уочене на Сл. 1. (пораста осунчавања у зимском периоду и смањења у летњем у последњих 22 године у односу на претходно расположив период) посматрана је промена средње месечне облачности за исте временске периоде. Резултати су графички представљени на Сл. 2.

Анализом Сл. 1. и 2. уочава се велики степен подударности између ових графика. Зимски месеци почев од новембра у Београду, или нешто касније у мање урбаним срединама (јануар), праћени су смањењем облачности у последњих 20 година. Средње облачности у летњим месецима су скоро идентичне.

Полазећи од ових опажања можемо закључити да је смањење облачности један од фактора који је одговоран за повећање зрачења у зимским месецима. Величина овог утицаја може се само наслутити због разноврсности осталих фактора, али с обзиром да имамо тренд смањења зрачења у летњим месецима када се облачност скоро не мења, може се претпоставити да је ово један од кључних фактора.

Наведени резултати изведени су из анализе хода облачности и осунчавања на 6 разматраних станица, а репрезентативни графици представљени су на Сл. 1.и 2.

Појам и обрада облачности

Облачност представља степен покривености неба облацима и директно је повезана са осунчавањем. Када је небо ведро (без облака) осунчавање је веће, а самим тим и израчивање са Земљине површине, па су већа дневна колебања температуре. Што је облачност већа, мање је осунчавање, као и израчивање са Земљине површине, па је дневно колебање температуре смањено.

У статистичкој обради за потребе климатологије најчешће се користе појмови средње месечне и средње годишње облачности (у десетинама), што је за одабране станице приказано у Табели 4.

Табела 4. Средње месечне и годишње количине облачности за период 1965.-97.

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.вред.
Ниш	7,1	6,6	6,2	6,2	5,8	5,2	4,0	3,7	4,3	5,2	6,5	7,4	5,7
Златибор	6,7	6,5	6,2	6,3	6,0	5,7	4,7	4,6	4,8	5,3	6,2	6,6	5,8
Лозница	7,1	6,6	6,1	6,1	5,7	5,4	4,2	4,1	4,7	5,3	6,8	7,3	5,8
В.Градиште	7,2	6,7	6,0	6,1	5,7	5,4	4,3	4,1	4,4	5,1	6,7	7,4	5,7
Београд	6,9	6,5	5,9	5,7	5,5	4,9	3,9	3,6	4,1	4,8	6,6	7,2	5,5
Сомбор	7,0	6,5	5,9	5,9	5,7	5,4	4,3	4,1	4,5	4,9	6,7	7,3	5,7

Појам корелације

Метеорологија као наука која се бави изучавањем сложених односа и узајамних веза између физичких величина и појава, по својој природи има потребу да установи узрок и дејство тих веза. Зависност између природних појава веома је сложена, јер у непосредној вези нису само две појаве, већ више њих које се преплићу. Многи проблеми чија су објашњења и решења задатак метеорологије, захтевају примену оних статистичких метода које могу да установе да ли постоји нека зависност између метеоролошких елемената и појава, и ако постоји да утврди облик, смер и јачину те узајамне везе.

Методом корелације испитује се колико има основаности да се претпостави веза између два или више низова осматрања, тј. између две или више променљивих, и како се степен те узајамне везе може изразити математички.

Корелација има посебну примену у метеорологији зато што истражује везу (зависност) међу метеоролошким појавама.

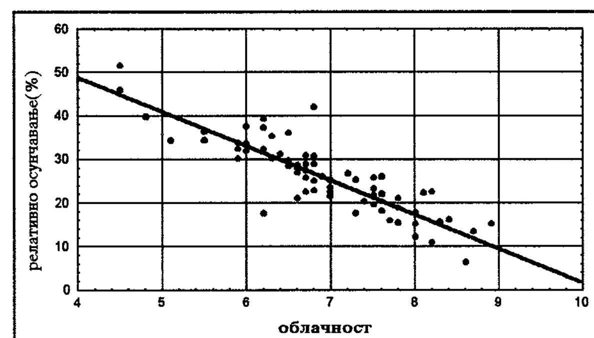
Веза између појава постоји ако пораст вредности података једне појаве прати пораст вредности података друге појаве и обрнуто. То је директна корелација (смер везе између појава је позитиван). Такође веза постоји и ако пораст једне појаве прати пад друге појаве и обрнуто. То је инверзна корелација (смер зависности је негативан). Без обзира на смер везе, на основу метеоролошких процеса у атмосфери, може се очекивати зависност међу наведеним појавама. У коликој мери је та зависност изражена, односно ког је интензитета, може да се одреди помоћу коефицијента корелације (*r*).

Зависност међу метеоролошким појавама мора увек имати физичко тумачење, јер статистички потврђена веза може бити случајна подударност. Потребно је да се утврђена веза међу појавама анализира и утврди која је од две појаве узрок, а која последица. Осим смера везе (зависности) и интензитета те зависности, потребно је одредити и њен облик.

Линеарна корелација је зависност при којој је промена једне појаве стално праћена приближно једнаким променама друге појаве. Да бисмо испитали зависност две метеоролошке појаве, приказаћемо њихове бројне вредности на графикону, где се вредности појаве *x* уносе на апсцису координатног система, а вредности појаве *y* на ординату. Наношењем парова тачака добија се дијаграм расипања. Да би се дошло до реалније везе између посматраних појава, потребно је имати што више тачака на графикону, односно да дужина низа мерења или осматрања тих појава буде што већа.

Циљ овог рада је испитивање корелације између средње месечне облачности (у десетинама), која се као независно променљива наноси на *x* осу и релативног трајања сијања Сунца (у процентима), која се као зависно променљива наноси на *y* осу. У координатном систему имамо онолико тачака колико има парова вредности ових појава, тј. број година у посматраном периоду, за одређени месец у години. На примеру приказаном на Слици 3. узете су средње месечне вредности за јануар у периоду од 1925.-97.

На овом примеру се види да је корелација између ове две појаве линеарно инверзна односно по смеру негативна и јаког интензитета. Распоред тачака по облику је дугуљаст и узан.



Слика3. Линија регресије за Београд за месец јануар у периоду 1925.-1997.

Линија регресије је права линија која презентује цео скуп тачака које су унете на дијаграму расипања, тако да збир квадрата одступања од сваке тачке до тог правца, нормално на апсцису, буде минималан.

Правац линије регресије, с обзиром на уочену линеарну зависност између средње месечне облачности и релативног сијања сунца може се одредити линеарном једначином

$$y_c = a + bx \ ,$$

где је y_c оцена правца регресије зависно променљиве *y*. Параметар *a* представља одсечак на ординати, (вредност функције y_c за x=0). Параметар б је коефицијент

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

регресије, односно нагиб који одређује колико се промени зависно променљива *y* ако се независно променљива *x* промени за јединицу мере. Ако је коефицијент регресије позитиван, корелација одређена том линијом је директна, а ако је коефицијент б негативан корелација је инверзна (што је случај у нашем примеру).

Статистичка метода којом се одређује линија регресије на основу парова тачака унетих у дијаграм расипања назива се метода најмањих квадрата. У основи ове методе је претпоставка да збир одступања података парова вредности од линије регресије трба да буде једнак нули, односно да збир квадрата тих одступања буде минималан. Значи

$$y_c = a + bx$$
$$\Sigma(y - y_c) = \Sigma[y - (a + bx)] = 0$$
$$\Sigma(y - y_c)^2 = \Sigma[y - (a + bx)]^2 = \min$$

Овај статистички метод омогућава нам најбоље прилагођавање правца линије регресије стварним вредностима низова података. За одређени број година имамо исти толики број линеарних једначина

$$y_1 = a + bx_1 \qquad x_1 y_1 = ax_1 + bx_1^2$$
$$y_2 = a + bx_2 \qquad x_2 y_2 = ax_2 + bx_2^2$$
$$- - - - - - - - \qquad - - - - - - - - - -$$
$$y_n = a + bx_n \qquad x_n y_n = ax_n + bx_n^2$$
$$\overline{\qquad\qquad} \qquad \overline{\qquad\qquad}$$
$$\sum y = Na + b\sum x \qquad \sum xy = a\sum x + b\sum x^2$$

У складу са наведеним системом једначина, преко суме низова година, добијамо две нормалне једначине

$$\sum y = Na + b\sum x \qquad \text{I}$$
$$\sum xy = a\sum x + b\sum x^2 \qquad \text{II}$$

где је *N* број година у посматраном периоду.

Решавањем система ове две нормалне једначине са две непознате добијају се елементи регресије.

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{N} \quad \text{и} \quad b = \frac{N\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{N(\sum x)^2 - (\sum x)^2}$$

Израчунавањем параметара *a* и *b* одредили смо линеарну везу $y_c = a + bx$

Сада ћемо одредити параметре *a* и *б* за Београд, на основу података средњих месечних вредности за јануар за период 1925. - 1997, јер је то довољно дуг низ за парове података које тестирамо.

Заменом стварних вредности средње месечне .облачности , и релативног трајања сијања Сунца за јануар, тј. одговарајућих сума вредности, добија се

$$a = 80.29$$
$$b = -7.86$$

Заменом израчунатих вредности параметара, једначина регресије $y_c = a + bx$ у конкретном случају добија облик $y_c = 80.29 - 7.86 * x$

На основу ове једначине могуће је за било које вредности средње месечне облачности, као независно променљиве, одредити вредности релативног сијања Сунца за тај месец, као зависно променљиве величине.

На пример, за средњу месечну облачност 2, 4, 6, 8, у јануару, добијамо да је релативно сијање Сунца израчунато помоћу једначине регресије:

y_c (2) =64.57
y_c (4) =48.85
y_c (6) =33.13
y_c (8) =17.41

Свакако да овако оцењене вредности података носе у себи одређену грешку у односу на стварне вредности. На дијаграму расипања парова вредности података уочавамо да постоји вертикална девијација тачака у односу на линију

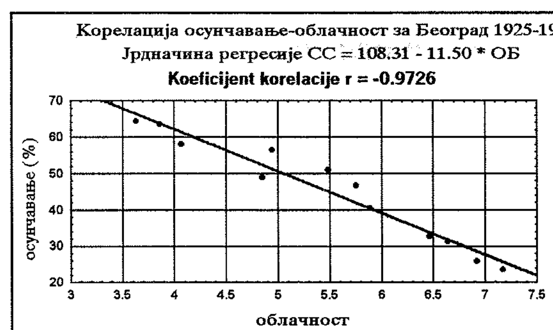
регресије. Зато морамо имати у виду колика је тачност интерполисаног податка, добијеног на основу корелације између облачности и осунчаности. Меру за просечну грешку у оцени даје нам стандардна грешка оцене (σ_c), која је дефинисана као квадратни корен из просечног квадрата одступања стварних података (зависно промењиве *y*) од линије регресије y_c.

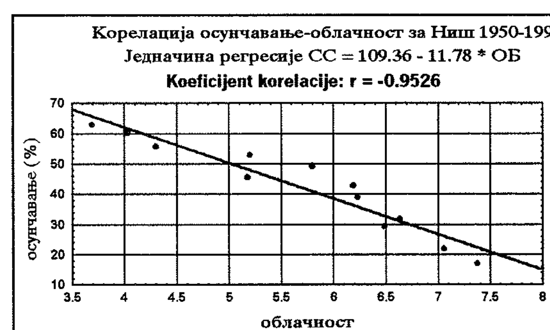
$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum (y - y_c)^2}{N}}$$

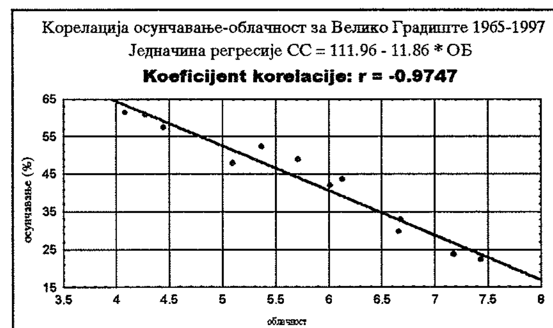
Што је израчуната вредност ове грешке мања, оцена зависно променљиве помоћу правца регресије је прецизнија. На основу података за Београд, израчунато је за средње годишње вредности σ_c=3.38, што представља малу грешку у оцени.

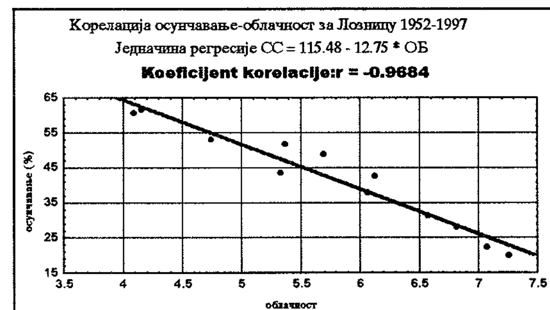
Коефицијент корелације

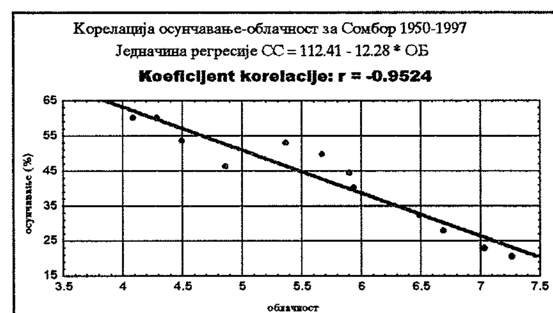
Коефицијент корелације r представља меру за степен линеарне корелације између случајно променњивих x и y. Ако су случајно променњиве статистички

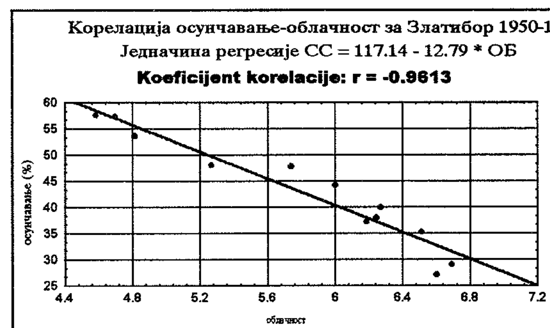












Слика 4. Графички приказ линије регресије и коефицијента корелације за Београд, Ниш, В.Градиште, Лозницу, Сомбор и Златибор

независне, коефицијент корелације једнак је нули. Кад су променњиве x и y линеарно функционално зависне, $|r|$ =1. Код линеарне стохастичке зависности коефицијент корелације је мањи од један, а што је веза између променљивих слабија он је ближи нули. Позитиван предзнак коефицијента корелације одговара директној сразмери величина x и y, а

негативан значи обрнуту сразмеру променњивих. Сматра се да је корелација идеална ако је $0.9< |r| <1.0$.

На Сл. 4. приказана је линија регресије добијена на основу средњих месечних вредности облачности и релативне осунчаности за назначене периоде који зависе од дужине низа вредности података за одређену станицу. На основу средњих годишњих вредности израчуната једначина регресије за Београд гласи:

$$y_c = 108.3 - 11.5 * x$$

где је y_c средња релативна осунчаност, а x средња облачност.

На слици 4. приказана је и вредност коефицијента корелације израчуната на основу следеће формуле:

$$r = \frac{\sum d_i x d_i y}{\sqrt{\sum d_i x^2 \cdot \sum d_i y^2}} ,$$

где је d_i разлика између средње месечне вредности за одређену годину и за цео низ година облачности (x) и релативне осунчаности (y). Из израчунатих вредности видимо да је корелација између облачности и релативне осунчаности идеална, тј да постоји висок степен завиности између њих. За Београд r = -0.9726. Видимо, такође, да се овако висок степен корелације односи на вредности средње облачности од 3 до 8 десетина, што је логично с обзиром да се третирају средње вредности параметара.

Закључак

Висок степен корелације између појава облачности и осунчаности даје нам могућност да то искористимо у анализи ових параметара. Поређењем њихових средњих вредности видимо да њихов збир мора бити приближно једнак јединици, што нам даје добре критеријуме у критичкој контроли ових параметара. Такође, у случају прекида у осматрању или бележењу једне појаве (обично је то случај са сијањем Сунца услед недостатка инструмента или хелиографских трака), можемо врло прецизно интерполисати недостајућу појаву помоћу друге чију вредност имамо. За појаву облачности располажемо са много дужим низом података, јер за осматрање није потребан инструмент, па на основу тих података можемо пратити климатске прилике пре почетка осматрања дужине осунчаности. Ове чињенице зато имају свој практични и научни смисао.

ЛИТЕРАТУРА

Вујевић, П. Климатолшка статистика , Научна књига , Београд, 1956.

Ивановић, Д. Метеоролошка статистика, Хидрометеоролошка техничка школа, Београд, 1976.

Макјанић, Б. Основна статистичка обрада података у климатологији, Природословно - математички факултет, Загреб, 1980.

МЕТОДЕ УТВРЂИВАЊА ХОМОГЕНОСТИ КЛИМАТОЛОШКИХ ПОДАТАКА И МОГУЋНОСТИ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ НА НИЗОВЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ ПОДАТАКА НА ТЕРИТОРИЈИ СРБИЈЕ

Јасна Колачек
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66
11030 Београд, Југославија

Abstract
The meteorological data quality is as much important in meteorology as its values. Knowing the climatolgical data homogenity is of basical importance for data processing in climatology for it is the basis for choosing data to be processed. The meteorological data homogenity can be examined by using more different methods used in meteorology. The methods differ both by approach to the problem of data homogenity and by characteristics of meteorological value which homogenity is to be determined. This paper gathers the application possibilities of the chosen methods on data observed in Serbia.

Абстракт
Квалитет метеоролошких података је у метеорологији исто толико важан колико и саме вредности тих података. Познавање хомогености низа климатолошких података је од основног значаја за обраду података у климатологији, јер се на том основу врши избор података за обраду. Хомогеност метеоролошких података се може испитати помоћу више различитих метода које се користе у метеорологији. При том се методе разликују како по приступу проблему хомогености података, тако и по карактеристикама саме метеоролошке величине чија се хомогеност низа одређује. Овај рад разматра могућност примене појединих метода на подацима осмотреним у Србији.

1. УВОД

Хомогеност података је основни предуслов за успешно статистичко обрађивање разних низова метеоролошких података. Информације које се желе добити из временског низа метеоролошких елемената за одређено место или подручје јесу оне које указују на промене изазване климатским утицајима. Из тог разлога се тежи уклањању свих осталих утицаја, односно коришћењу података код којих су уочене промене условљене искључиво променама времена и климе.

Нехомогеност података може потицати од разних објективних и субјективних фактора. Најчешћи узроци који се сусрећу у пракси су: промена типа инструмента, квар инструмента, промена његове локације, промена локације читаве станице, постепена промена услова мерења (промена изгледа околине, урбанизација и слично), промена метода мерења, осматрача или једноставно промена правила рада и друго. Најчешће није изводљиво утицати на ове узроке, већ самим тим што је, у већини случајева, узрок нехомогености непознат.

Обзиром да је у статистичкој обради података од изузетне важности дужина посматраног низа, односно величина посматраног узорка, проблем нехомогености метеоролошких података се јавља већ у првим фазама обраде. У оквиру захтеване дужине временског низа података веома је тешко обезбедити и њихову хомогеност, јер се може с разлогом очекивати да је у том временском периоду сигурно утицао бар један од бројних могућих фактора нехомогености. Посебан отежавајући фактор представља најчешће непостојање поузданих информација о врсти и времену настајања промене, што је обично случај када је реч о

дугачким низовима измерених података. Из тог разлога, неопходно је испитати хомогеност расположивог низа података на што је могуће поузданији и ефикаснији начин, јер је тај квалитет основни предуслов употребљивости добијених резултата.

2. ОПШТИ ПРИНЦИПИ

Поређење низова два метеоролошка елемента измерених на истој станици

Обзиром да је велики број метеоролошких параметара у међусобној релацији, ова чињеница се може искористити за испитивање хомогености њихових низова, под условом да је референтни низ другог елемента хомоген. Примене неких од тих релација заиста могу дати веома добре резултате. Један од таквих примера је поређење трајања сијања сунца са дневном амплитудом температуре и укупном количином облачности. Такође, неке релације се могу експлицитно изразити и помоћу математичких израза, као што је, на пример, McKenzie-ва формула за везу између минималне температуре ваздуха и температуре тачке росе измерене претходне вечери.

Међутим, корелације између параметара измерених на истој локацији су обично недовољне да би се из овакве анализе добили квалитетни резултати. С друге стране, сваки низ метеоролошких података се састоји истовремено од неправилних колебања, можда и од периодичних осцилација или секуларних тенденција чији су узроци повезани са климатолошким променама. Тада је помоћу оваквих метода немогуће раздвојити климатолошка колебања од оних која су изазвана променама услова мерења.
Зато је, уместо апсолутне хомогености, увек боље испитивати релативну хомгеност поређењем истог параметра измереног на две или више станица за које се може рећи да одговарају истом климатском подручју.

Поређење временских низова једног метеоролошког елемента измереног на две или више суседних станица

Као први задатак се јавља проблем избора одговарајућих станица за овакву анализу. Након дугогодишњег искуства дошло се до одређених сазнања о томе које предуслове је неопходно задовољити да би се поређењем добили сувисли резултати.

Као прво, станице би требало да буду не много удаљене једна од друге (не више од 100 km када се пореди температура) и да њихова разлика у надморској висини не буде превелика (до 200 m за поређење температуре). Станице које се користе у анализи би требало да имају сличну позицију, да су њихове климатске карактеристике сличне као и да нема битних локалних модификатора климатских карактеристика (као што су планине, језера, шуме и слично).

Обично се захтева да низови података међу собом буду високо корелисани, мада треба увек имати у виду да висока корелисаност не води обавезно и до сувислих резултата.

Број станица које се посматрају би требало да буде што је могуће већи (што није увек лако изводљиво). Поред тога што већи број анализираних станица даје и већу тежину донетим закључцима, на овај начин са већом сигурношћу можемо утврдити на којој станици и када је дошло до нарушавања хомогености. Међутим, иако се поређењем измерених података на суседним станицама успешно елиминишу осцилације које потичу од међусезонских или међугодишњих колебања, на овај начин се не могу открити промене у хомогености које су настале услед промене метода рада која је истовремено уведена у целој мрежи станица. Тада се лако може догодити да се таква нехомогеност погрешно интерпретира једноставно као колебање климе.

3. ГРАФИЧКИ МЕТОДИ УТВРЂИВАЊА ХОМОГЕНОСТИ КЛИМАТОЛОШКИХ НИЗОВА

Величина промене која је условила нехомогеност је обично много мања од климатолошких колебања која се уочавају када се посматра низ одређеног метеоролошког параметра. Методи који се користе су обично усмерени на то да се елиминишу ова колебања и могу се поделити према начину рада на графичке методе и статистичке тестове, односно нумеричке методе.

Метод осредњавања разлика

Може се лако показати да два хомогена низа месечних или годишњих вредности једног метеоролошког елемента x и y, на две станице истих климатолошких карактеристика имају линеарну корелацију па једначина регресије има облик

$$y = a + bx$$

Из праксе се зна да се за метеоролошке елементе као што су температура, притисак или правац ветра може сматрати да је $b = 1$, па је тако:

$$a = \bar{y} - \bar{x}$$

док је за параметре као што су осунчавање и количина падавина прихватљива претпоставка да је $a = 0$ па је:

$$b = \frac{\overline{y}}{\overline{x}}$$

Ова чињеница се може искористити за графичко откривање неправилности у временском ходу одређеног параметра. Ако се израчуна разлика или однос између одговарајућих месечних или годишњих вредности тог елемента на две или више станица и представи графичким путем на временској оси, добијене вредности би требало да осцилују око неке константне вредности, а свака промена у том осциловању указује на могућу нехомогеност. Ради елиминисања ових осцилација чије постојање отежава анализу, прибегава се осредњавању тог низа вредности у одређеним временским интервалима, тј. коришћењу тзв. покретних средњих вредности. При том је Burroughs (1978) уочио да се приликом осредњавања за интервал времена m најбољи резултати добијају ако се подаци "оптерете" помоћу одговарајућих биномних коефицијената. Тако за m=4 (период осредњавања од 4 године) ови коефицијенти износе 1, 3, 3 и 1 а овако се израчунава средња вредност:

$$\overline{x_{\Delta t}} = \frac{1}{8}x_t + \frac{3}{8}x_{t+1} + \frac{3}{8}x_{t+2} + \frac{1}{8}x_{t+3}$$

Наравно, уколико је време трајања промене хомогености мање од овог интервала метод не даје добре резултате, па се интервал мора адекватно одабрати.

Метод кумулативних сума

Преостале осцилације у добијеном низу разлика вредности одређене метеоролошке величине се могу елиминисати посматрањем кумулативних сума ове величине по времену:

$$\sum_t x_t$$

Ако се овако добијени низ вредности прикаже на временској оси тада се, у идеалном случају, добија права линија чији нагиб за $t = N$ износи:

$$\frac{1}{N}\sum_{1}^{N} x_t = \overline{x}$$

Међутим, ако је у временском интервалу између t_1 и t_2 дошло до нарушавања хомогености за неки константан износ c тада је коефицијент нагиба ове криве једнак:

$$\frac{1}{n}\sum_{t_1}^{t_2}(x_t + c) = \overline{x} + c$$

односно, ако је у питању пропорционалан однос за константан износ фактора f:

$$\frac{1}{n}\sum_{t_1}^{t_2} fx_t = f\overline{x}$$

Тако, сваки поремећај нагиба ове праве указује на неправилност у колебању разлике података односно на њихову нехомогеност. Недостатак овог метода јесте у томе што не може да се утврди који од два низа података није хомоген али се са прилично великом прецизношћу може рећи да ли је и када промена настала.

4. НУМЕРИЧКИ МЕТОДИ УТВРЂИВАЊА ХОМОГЕНОСТИ КЛИМАТОЛОШКИХ НИЗОВА

Код свих нумеричких метода је заједничко то да се примењују разни статистички тестови и критеријуми на временски низ разлика или односа вредности истовремено измерених величина x и y на две станице које се упоређују.

Spearman-ов ранг тест

Ово је један од метода познат као тест за стационарност низа података и посматра вредности појединих чланова низа и њихов положај у посматраном низу. Тако се за сваки члан низа израчунава разлика између његовог ранга и редног броја у низу:

$$d_i = m_i - i$$

Одатле се одређује величина:

$$u = r_s\sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}} \quad \text{, где је } r_s = 1 - \frac{6\sum_{1}^{N} d_i^2}{N\left(N^2 - 1\right)}$$

За ову величину се већ за $N > 8$ може рећи да се понаша према Student-овој t-расподели са $N-2$ степена слободе, што даје могућност да се на овај начин потврди или одбаци хипотеза о хомогености датог низа података.

Метод **Maronna & Yohai**

Основна претпоставка овог метода је да сваки од посматраних низова података има нормалну расподелу и да је стационаран. Посматрањем низова кумулативних сума и њихових сума варијанси и коваријанси $\left(S_x, S_y, S_{xy}\right)$ као и изведених величина F_i, D_i, T_i:

$$F_i = S_x - \left(X_i - \overline{X}\right)^2 n\, i/n - i \ , \quad i < n$$
$$D_i = \left[S_x\left(\overline{Y} - Y_i\right) - S_{xy}\left(\overline{X} - X_i\right)\right]n/\left[(n-i)F_i\right]$$
$$T_i = \left[i(n-i)D_i^2 F_i\right]/\left(S_x S_y - S_{xy}^2\right)$$

долази се до одређених закључака. До промене у средњој вредности низа долази у тренутку који претходи моменту када величина T_i

достиже максимум а процењена величина те промене је једнака D_i.

Поред ових метода можемо поменути неке сличне методе као што су Von Neumann-ов тест разлика између сукцесивних вредности, Buishand-ов тест кумулативних сума као и раније често коришћени Helmert-ови и Abbe-ови критеријуми одступања појединачних вредности разлика (или односа) од њихове средње вредности.

У сваком случају, коришћење већег броја тестова или критеријума повећава квалитет донесеног закључка.

На крају, неопходно је поменути и то да се након утврђивања постојања нехомогености може утврдити ниво значајности уочене промене коришћењем разних параметарских или непараметарских статистичких тестова.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА РЕЛАТИВНЕ ХОМОГЕНОСТИ НИЗОВА ПОДАТАКА ЗАСТАНИЦЕ СОМБОР И ЛЕСКОВАЦ

Сомбор

Ради испитивања хомогености низа података за станицу Сомбор коришћени су низови средњих годишњих и средњих максималних температура за период 1950-1997. година. Као упоредне станице узете су у разматрање станице у Палићу, Кикинди и Римским Шанчевима које се од посматране станице налазе на удаљености мањој од 100км а разлике надморске висине између њих не прелазе 15м.

Израчунати коефицијенти корелације са подацима измереним у Сомбору за ове низове износе:

	Палић	Кикинда	Р. Шанчеви
$T_{ср}$	0.98	0.98	0.97
$T_{мах}$	0.96	0.95	0.95

На основу графикона израчунатих и осредњених разлика $T_{ср}$ и $T_{мах}$ за Сомбор и упоредне станице може се уочити неколико промена у колебању од којих је свакако најуочљивија она која је настала око 1975. Године.

Слика 1. Осмотрене и осредњене разлике средњих годишњих температура ваздуха за Сомбор и Палић

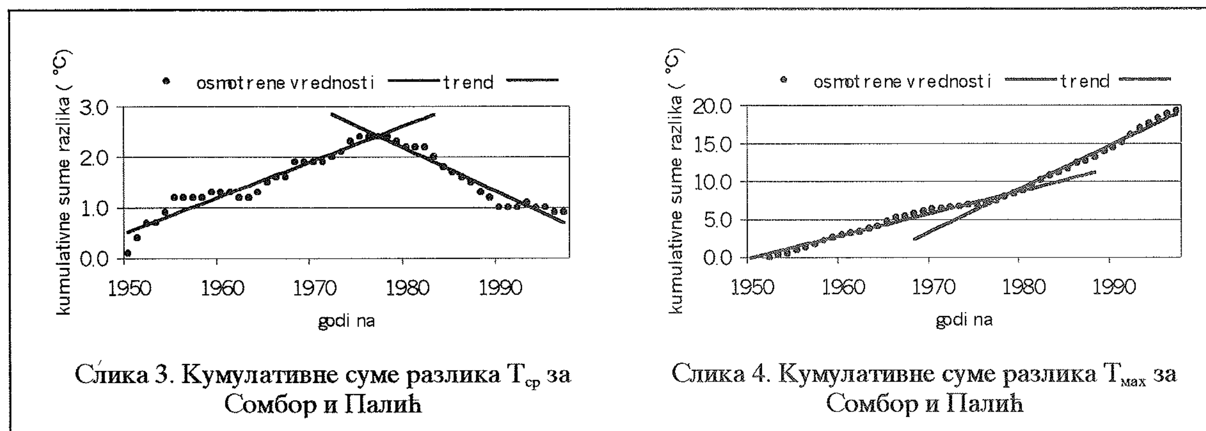
Слика 2. Осмотрене и осредњене разлике средњих максималних температура ваздуха за Сомбор и Палић

На Сл. 1. и 2. су представљене разлике посматраних величина између станица у Сомбору и Палићу.

На њима се јасно може уочити промена, да је након тога Сомбор постао хладнији од Палића, као и да је средња максимална температура у том периоду порасла, што даје индикацију да су у том периоду порасле дневне амплитуде температуре. Поменута промена се посебно јасно види ако се за исти пар станица израчунају кумулативне суме разлика $T_{ср}$ и $T_{мах}$ (Сл.3. и 4.).

Уколико се за дате вредности разлика израчунају параметри неопходни за Spearman-ов ранг тест (Табела 1.) као коначан резултат

се добијају вредности $u_{Tsr} = -4.01$ и $u_{T\,max} = 5.07$ које за $N - 2 = 45$ степена слободе и критичну вредност $\alpha = 0.05$ даје закључак да се за ова два низа не може рећи да су релативно хомогени.



Слика 3. Кумулативне суме разлика $T_{ср}$ за Сомбор и Палић

Слика 4. Кумулативне суме разлика $T_{мах}$ за Сомбор и Палић

Након идентичних закључака на више различитих начина приступило се испитивању могућих узрока и утврђивању, ако је могуће, тачног тренутка нарушавања хомогености низа. Тако је за станицу Сомбор установљено да је у неколико наврата мењала локацију и то 1969, 1975 и 1989. године што се и потврдило резултатима претходих анализа хомогености низова.

Лесковац

За анализирање хомогености низова података са ове станице су такође коришћене средње годишње и средње максималне температуре ваздуха за период 1965-1997. година. За поређење су употребљене станице Ниш и Куршумлија а израчунати коефицијенти корелације са подацима добијеним за Лесковац износе:

	Ниш	Куршумлија
$T_{ср}$	0.94	0.92
$T_{мах}$	0.98	0.95

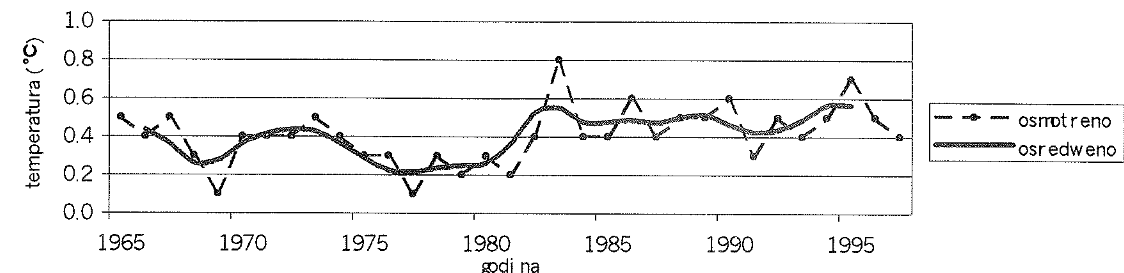
На исти начин као у претходној анализи се из података добија низ разлика $T_{ср}$ и $T_{мах}$ за парове станица као и њихове осредњене вредности. Из добијених резултата и њихових графичких приказа се може уочити неколико промена у колебањима ових параметара, од којих је, свакако, најкарактеристичнија она која се догодила крајем 70-тих година.

Тако, на Сл. 5. и 6. видимо графички приказ разлика $T_{ср}$ и $T_{мах}$ и њихових осредњених вредности за станице

Лесковац и Ниш. Уочавамо пораст разлика средњих годишњих и средњих максималних температура у периоду од око 1980. године.

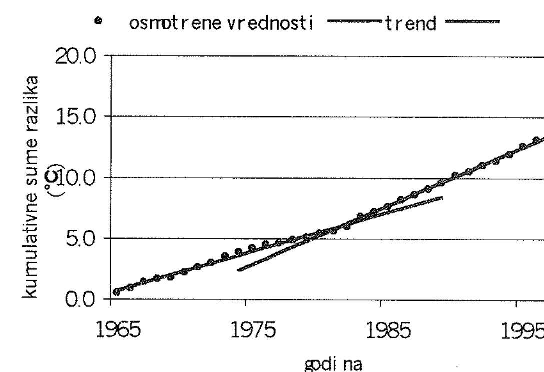
Табела 2. Израчунати параметри за Spearman -ов ранг тест за станице Ниш и Лесковац

	Tsr			Tmax		
	ΔTsr	rang	di	ΔTmax	rang	di
1965	0.5	4.0	3.0	0.5	25.5	24.5
1966	0.4	1.0	-1.0	0.4	16.0	14.0
1967	0.7	16.0	13.0	0.5	25.5	22.5
1968	0.5	4.0	0.0	0.3	7.5	3.5
1969	0.5	4.0	-1.0	0.1	1.5	-3.5
1970	0.7	16.0	10.0	0.4	16.0	10.0
1971	0.7	16.0	9.0	0.4	16.0	9.0
1972	0.5	4.0	-4.0	0.4	16.0	8.0
1973	0.5	4.0	-5.0	0.5	25.5	16.5
1974	0.6	9.5	-0.5	0.4	16.0	6.0
1975	0.7	16.0	5.0	0.3	7.5	-3.5
1976	0.7	16.0	4.0	0.3	7.5	-4.5
1977	0.6	9.5	-3.5	0.1	1.5	-11.5
1978	0.7	16.0	2.0	0.3	7.5	-6.5
1979	0.7	16.0	1.0	0.2	3.5	-11.5
1980	0.6	9.5	-6.5	0.3	7.5	-8.5
1981	0.6	9.5	-7.5	0.2	3.5	-13.5
1982	0.8	22.0	4.0	0.4	16.0	-2.0
1983	1.1	32.0	13.0	0.8	33.0	14.0
1984	0.8	22.0	2.0	0.4	16.0	-4.0
1985	1.0	30.0	9.0	0.4	16.0	-5.0
1986	1.1	32.0	10.0	0.6	30.5	8.5
1987	0.8	22.0	-1.0	0.4	16.0	-7.0
1988	0.9	27.0	3.0	0.5	25.5	1.5
1989	0.9	27.0	2.0	0.5	25.5	0.5
1990	1.1	32.0	6.0	0.6	30.5	4.5
1991	0.6	9.5	-17.5	0.3	7.5	-19.5
1992	0.9	27.0	-1.0	0.5	25.5	-2.5
1993	0.9	27.0	-2.0	0.4	16.0	-13.0
1994	0.9	27.0	-3.0	0.5	25.5	-4.5
1995	0.8	22.0	-9.0	0.7	32.0	1.0
1996	0.6	9.5	-22.5	0.5	25.5	-6.5
1997	0.8	22.0	-11.0	0.4	16.0	-17.0
	u = 4.95			u =2.22		

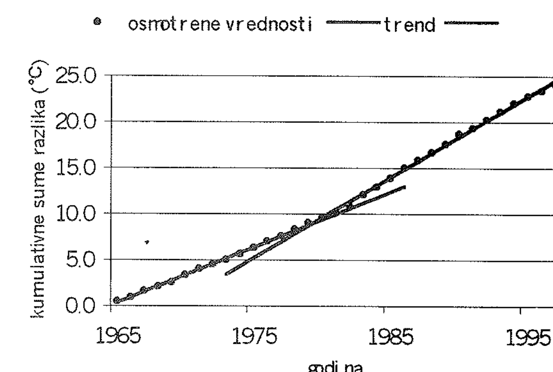


Слика 6. Осмотрене и осредњене разлике средњих максималних температура ваздуха за Ниш и Лесковац

Ако сада, као и у претходној анализи, посматрамо кумулативне суме ових разлика (Сл. 7. и 8.) уочавамо да постоје две промене нагиба кумулативних линија и то око 1970. и 1978. године



Слика 7. Кумулативне разлике $T_{ср}$ за Ниш и Лесковац



Слика 8. Кумулативне суме разлика $T_{мах}$ за Ниш и Лесковац

Коришћењем Spearman-овог ранг теста долазимо до вредности $u_{Tsr} = 4.95$ и $u_{T\,max} = 2.22$ што је за $N - 2 = 31$ степена слободе и критичну вредност $\alpha = 0.05$ неприхватљиво па можемо закључити да ова два низа нису релативно хомогена (Табела 2.).

Након анализирања низова, прегледом расположиве документације за поменуте станице утврђено је да је станица Лесковац променила своју локацију неколико пута а од тога два пута у посматраном периоду и то 1971. и 1978. године.

6. ЗАКЉУЧАК

Утицај постојања нехомогености климатолошких низова у нашој мрежи станица нипошто није занемарљив. Обзиром да се у нашој земљи одавно врше метеоролошка мерења и да приличан број станица има дугачак и непрекидан низ података, посебно је важно обратити пажњу на хомогеност ових низова.

Хомогеност података није обезбеђена самим тим што све на станици функционише квали-

Табела 2. Израчунати параметри за Spearman -ов ранг тест за станице Ниш и Лесковац

	Tsr			Tmax		
	ΔTsr	rang	di	ΔTmax	rang	di
1965	0.5	4.0	3.0	0.5	25.5	24.5
1966	0.4	1.0	-1.0	0.4	16.0	14.0
1967	0.7	16.0	13.0	0.5	25.5	22.5
1968	0.5	4.0	0.0	0.3	7.5	3.5
1969	0.5	4.0	-1.0	0.1	1.5	-3.5
1970	0.7	16.0	10.0	0.4	16.0	10.0
1971	0.7	16.0	9.0	0.4	16.0	9.0
1972	0.5	4.0	-4.0	0.4	16.0	8.0
1973	0.5	4.0	-5.0	0.5	25.5	16.5
1974	0.6	9.5	-0.5	0.4	16.0	6.0
1975	0.7	16.0	5.0	0.3	7.5	-3.5
1976	0.7	16.0	4.0	0.3	7.5	-4.5
1977	0.6	9.5	-3.5	0.1	1.5	-11.5
1978	0.7	16.0	2.0	0.3	7.5	-6.5
1979	0.7	16.0	1.0	0.2	3.5	-11.5
1980	0.6	9.5	-6.5	0.3	7.5	-8.5
1981	0.6	9.5	-7.5	0.2	3.5	-13.5
1982	0.8	22.0	4.0	0.4	16.0	-2.0
1983	1.1	32.0	13.0	0.8	33.0	14.0
1984	0.8	22.0	2.0	0.4	16.0	-4.0
1985	1.0	30.0	9.0	0.4	16.0	-5.0
1986	1.1	32.0	10.0	0.6	30.5	8.5
1987	0.8	22.0	-1.0	0.4	16.0	-7.0
1988	0.9	27.0	3.0	0.5	25.5	1.5
1989	0.9	27.0	2.0	0.5	25.5	0.5
1990	1.1	32.0	6.0	0.6	30.5	4.5
1991	0.6	9.5	-17.5	0.3	7.5	-19.5
1992	0.9	27.0	-1.0	0.5	25.5	-2.5
1993	0.9	27.0	-2.0	0.4	16.0	-13.0
1994	0.9	27.0	-3.0	0.5	25.5	-4.5
1995	0.8	22.0	-9.0	0.7	32.0	1.0
1996	0.6	9.5	-22.5	0.5	25.5	-6.5
1997	0.8	22.0	-11.0	0.4	16.0	-17.0
	u = 4.95			u =2.22		

тетно, исправно и према прописима. Понекад је из разних објективних разлога неопходно преместити станицу на другу локацију, преместити заклон или цео метеоролошки круг на друго место што доводи до већег или мањег поремећаја у хомогености података и такви низови су, практично, тешко употребљиви.

Да би се из ризнице постојећих података добила права слика о клими и њеним колебањима, веома је важно да се, осим редовног одржавања станице и њених инструмената, што ређе, и само уз јаке разлоге, мењају правила рада, локације станица или макар само осматрачи, јер ово све доводи до губитка драгоцених информација о клими тог краја. С друге стране, од велике важности је да се, ако је већ неизбежно, било која промена уводи по тачно утврђеним правилима, где се обавезно подразумева вођење паралелних мерења на старој и новој локацији (као што је то случај са станицом у Лесковцу где постоје паралелна мерења од марта 1978. до фебруара 1979. године.) На тај начин се омогућава адекватно прилагођавање ова два низа климатолошких података и њихова употребљивост као једне једине целине.

7. ЛИТЕРАТУРА

Guidelines on the quality control of surface climatological data, WMO, 1986;
Павле Вујевић : Климатолошка статистика, Универзитет у Београду, 1956;
Др. Бранка Пензар, Др. Берислав Макјанић: Основна статистичка обрада података у климатологији, Загреб, 1980;
Драгољуб В. Ивановић : Метеоролошка статистика, Београд, 1976.

ПРОГРАМ ЗА ЛОГИЧКУ КОНТРОЛУ ДНЕВНИКА ГЛАВНЕ МЕТЕОРОЛОШКЕ СТАНИЦЕ

Драган Ђукић, дипл.мет.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, 11030 Београд, Југославија

Abstract

The data in a report of a principle meteorological station are subjected to errors that might appear during measurements and observations, coding, calculations and reductions, entering the data from reports into computer media and archiving, etc. A significant amount of errors, especially the large ones, could be easily found by taking into consideration that meteorological parameters take into account a limited group of values havin mutual and reciprocal correlatin. For this purpose, a program for logical control of station reports in program language CLIPPER under DOS is made with possibility to use it operationally even with the smallest PC platforms.

Абстракт

Подаци у дневнику Главне метеоролошке станице су подложани грешкама које могу настати при мерењу и осматрању, шифровању, израчунавању и свођењу, уписивању података у дневник, уносу и архивирању података из дневника на рачунарске медијуме и др. Велики број грешака, поготову грубих, могуће је ефикасно пронаћи користећи чињеницу да метеоролошки параметри узимају ограничен скуп вредности и да међу њима постоји узајамна и међусобна повезаност. У ту сврху урађен је програм за логичку контролу дневника Главне метеоролошке станице у програмском језику CLIPPER, под DOS-ом, који се може оперативно користити и на најслабијим PC платформама.

Увод

Програм за логичку контролу дневника ГМС је рађен према упутству "Контрола приземних метеоролошких података", издање СХМЗ-а из 1975. године и пројектном задатку "Логичка контрола дневника ГМС", Слободана Плазинића, из 1990. године.

Програм је обухватио велику већину критеријума из програмског задатка. Изостављени су они критеријуми који нису били јасни, или се сматрало да су погрешни.

Програм је рађен за контролу података који се уносе из "жутог" дневника ГМС-е, који има три формата слогова 12, 13 и 14 и предвиђен је за контролу пакета података од једног месеца како би, због веће оперативности, контрола могла да почне већ после првог унетог месеца, а не након читаве године.

Пре саме логичке контроле врши се пребацивање података из ASCII ("аски") формата слогова 12, 13 и 14 у три DBF фајла, где су разврстана ова три типа слогова, тако да су у првом DBF фајлу термински подаци, у другом дневни а у трећем појаве.

Код пребацивања ASCII слогова у DBF фајлове врши се дешифровање података и подаци добијају праве вредности, изузев код оних параметара где не постоји једнозначна одређеност (нпр. видљивост, висина доње базе облака и др.). На овим фајловима су могуће брзе и лаке претраге, селекције (одабири), упити, обраде, дакле све што је типично за базе података.

Након пребацивања у DBF фајлове, врши се контрола присутности потребних слогова, за коју није битан хронолошки редослед слогова.

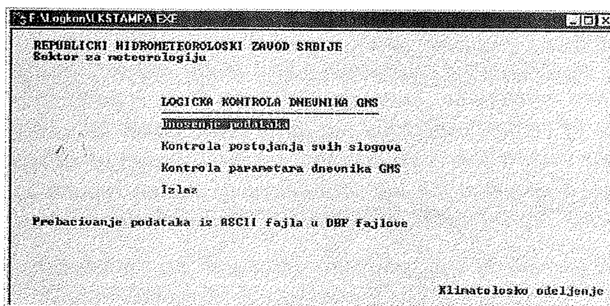
После контроле присутности потребних слогова врши се логичка контрола која поред узајамне и међусобне повезаности метеоролошких параметара, садржи и контролу припадности параметара дозвољеном скупу вредности.

Опис програма

Програм је рађен у CLIPPER-у, програмском језику предвиђеном за рад са базама података, под DOS-ом, како би могле бити коришћене и

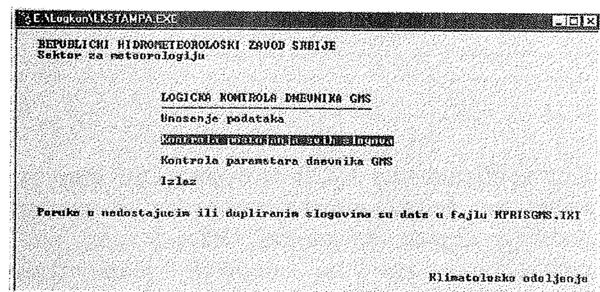
најслабије рачунарске конфигурације како по снагзи процесора тако и по количини меморије за складиштење података.

Програм обухвата један извршни фајл, 3 DBF фајла и 7 помоћних фајлова који служе за копирање структура фајлова потребних за рад главног програма а налазе се на посебном директоријуму. По стартовању програма појављује се улазни екран који прдставља мени са четири опције.



Слика 1, *Екран за сшаршовање уноса йодашака.*

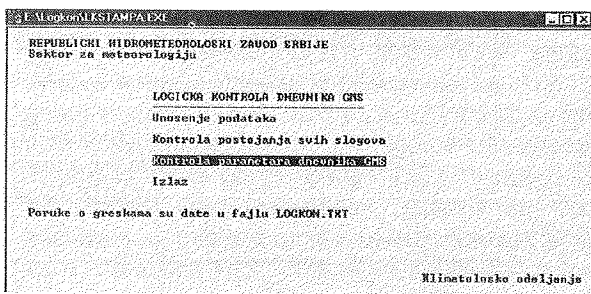
Прва од њих, слика 1, стартује програм за импортовање и конверзију података из текстуалног, ASCII, фајла у три DBF фајла.



Слика 2, Екран за сшаршовање коншроле йосшојања свих йодашака.

Друга опција, слика 2, контролише присутност свих слогова, односно термина и дана. Овде је потребно унети бројчано месец који се контролише, због различитог броја дана у месецу, а за фебруар посебно и број дана (28 или 29). Такође је потребно унети број станице за коју се врши контрола као и годину да би се за сваки слог провериле ове вредности. Када је означена ова опција наведено је име текстуалног фајла у коме су дати резултати ове контроле. Име фајла је KPRISGMS.TXT и у случају да нема грешака те врсте фајл остаје празан.

Трећа опција, слика 3, стартује програма за логичку контролу. Када је означена ова опција наведено је име текстуалног фајла у који се уписују поруке о грешкама. Уколико нема грешака фајл остаје празан.



Слика 3, *Екран за сшаршовање коншроле йарамешара дневника ГМС.*

Четврта опција је излаз из програма и повратак у DOS.

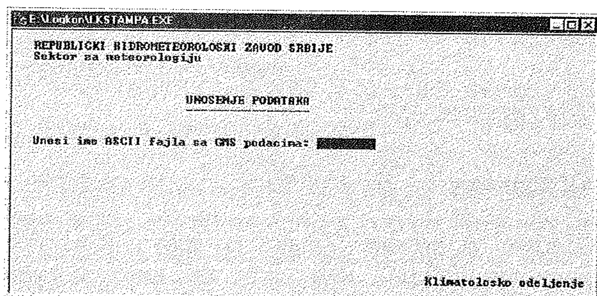
Импортовање података

"Жути" образац дневника ГМС је у употреби од 1975 године и он је рађен према тадашњим технолошким достигнућима рачунарске технике где су медијуми за складиштење података биле бушене картонске картице. На свакој је могло да стане 80 знакова и свака је представљала један слог. У тих 80 занкова једног слога требало је сместити сва осматрања једног термина из слога 12 или дневних вредности из слога 13 или све појаве у току дана на максимално четири картице слога 14. Да би све ово било оствариво прибегло се кодирању метеоролошких података. Избачене су децималне запете код свих параметара чиме се добило по једно место. Коришћене су шифре за поједине елементе из кључева за међународну размену. На пример, код хоризонталне видљивости се вредности од неколико десетина метара па до неколико стотина километара изражавају са две цифре од 90 до 99 за визуелна осматрања или од 00 до 89 за инструментална мерења (према Међународном метеоролошком кључу 4377). Затим скраћени су записи великих бројева као што је случај код вредности ваздушног притиска. Вредност ваздушног притиска неможе бити већа од нпр. 1100,0 mb, док највиши врхови Хималаја не би могли имати мањи притисак од 300 mb. Тако уместо пет цифара и децималне запете користе се четири цифре где се изоставља хиљада за вредности притиска веће од 999,9 mb, па се зна да 0131 представља вредност ваздушног притиска од 1013,1 mb.

Такав густ и кодирани формат је, за данашње прилике, непрактичан, непрегледан и сложен за даљу обраду и коришћење. Превазиђена су ограничења везана и за број занкова у слогу и

за број слогова, а у употреби су магнетни и оптички медијуми за склсдиштење података са великом и скоро незамисливом густином паковања. Такође, користе се наменске базе података.

Из тих разлога постојећи кодирани ASCII фајл који садржи слогове 12, 13 и 14 се конвертује у три DBF фајла са униформним слоговима где су подаци декодирани и где се на једноставан начин врше ажурирања, обраде и претраге. Овде је потребно унети име текстуалног фајла, слика4.



Слика 4, *Уйиш за унос имена шексшуалноī фајла.*

Контрола присутности слогова

За један дан морају постојати 24 слога типа 12 и 1 слог типа 13. Слогови типа 14 могу а и не морају постојати у зависности од тога да ли су регистроване појаве у току дана или не. На крају слога 13, ASCII фајла, у 78-ој колони се означава колико картица 14 постоји, од 0 до максимално 4. Свака картица може да садржи податке за 6 појава. Када се попуни прва картица подаци се уписују у другу итд. Значи у току дана могуће је уписати податке за 24 појаве.

У DBF фајлу са слогом 12 контролише се постојање сваког термина за сваки датум. У зависности који је месец у питању мора постојати 744, 720 или за фебруар 672 слога, односно 696 слогова ако је у питању преступна година. За случај да недостаје неки слог или постоји више слогова за неки термин у одређеном датуму, у фајлу KPRISGMS.TXT, уписује се порука са датумом и термином за који недостаје слог или је слог дуплиран.

```
dan= 2 cas=23 nedostaje slog 12
dan= 2 cas=24 dupliran slog 12
```

Исти је случај код DBF фајла са слоговима 13. Испитује се постојање слогова за сваки датум. Тих слогова има 31, 30 или 28 односно 29 за фебруар у преступној години.

```
dan=28 nedostaje slog 13
dan=29 dupliran slog 13
```

Код DBF фајла са слогом 14 је нешто другачија ситуација. Ту се може контролисати да ли је број регистрованих појава између 1 и 6 за случај да постоји једна картица 14, између 7 и 12 за случај две картице итд.

```
dan=21 Nedostaje slog 14 ili je
pogresan broj redova 14 u kartici 13
```

Могуће је погрешно уписивање броја картица 14 у слогу 13, или је вишак картица, ако је уписано да их нема.

```
dan=25 Pogresno je upisan broj re-
dova 14 u kartici 13
```

Код контроле постојања свих слогова контролише се да ли сваки слог има тачно унету годину и број сатнице, тако да је по стартовању ове опције поред месеца потребно унети годину и број станице, слика 5.

Слика 5, *Уйиш за унос месеца, īодине и броја сшанице.*

Логичка контрола параметара

Грешке у дневнику Главне метеорлошке станице настају из више разлога, приликом мерења и осматрања, шифровања, израчунавања и свођења, код уписивања у дневник, при уносу и архивирању података из дневника на рачунарске медијуме итд.

Већина метеоролошких параметара има ограничен скуп вредности, тако да се велики број губих грешака може открити контролисањем да ли је елемент у оквиру дозвољених вредности.

Такође, велики број метеоролошких параметара је у некој узајамној или међусобној вези. Та веза може бити егзактна или емпиријска. Управо ова чињеница се користи за логичку контролу метеоролошких параметра. Да је један параметар погрешан може се закључити из његове везе са другим или више других параметра.

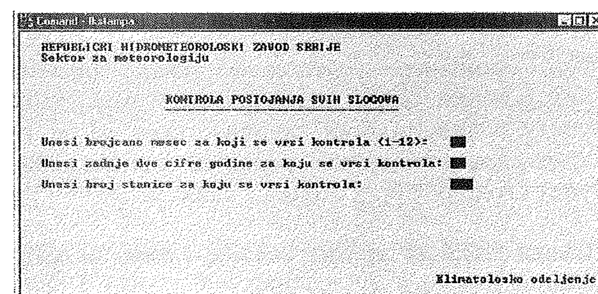
Овај програм контролише те везе и уколико утврђени критеријуми нису испуњени исписује се порука о грешци. Програм за логичку контролу је заправо низ критеријума (услова) којим се проверавају подаци. Тамо где услови нису испуњени у питању је грешка.

Детаљно приказивање и објашњавање критеријума овога програма захтевало би много више простора него што је овде предвиђено, па се овде дају само кратки описи.

Програм се састоји из више сегмената. У првом се контролишу параметри слога 12. Испитује се да ли су терминске вредности из скупа дозвољених вредности и да ли су испуњене релације између параметара у истом термину.

У другом сегменту се врши исто испитивање само за дневне вредности слога 13.

У трећем се испитује да ли параметри слога 14 припадају скупу дозвољених вредности. У питању су појаве забележене у току дана.



У следећем сегменту се контролише међучасовна промењивост параметара у слогу 12. То се односи на међучасовну промењивост притиска и стања тла, као и стања тла везано за међучасовну промену температуре ваздуха.

У петом сегменту се контролишу и пореде параметри у слоговима 12 и 13, значи дневни подаци са терминским.

У шестом сегменту се контролишу и пореде параметри слогова 12 и 14. Ту се испитује да ли обухваћени термини за непрекидне појаве у слогу 14 имају уписане те појаве у слогу 12.

У седмом сегменту се контролишу дневне суме падавина и испаравања са сумама од 07 до 19 часова и од 19 часова предходног до 07 часова тог дана.

И у задњем, осмом, сегменту испитује се слагање облика појава падавина уписаних у слогу 13 са одговарајућим шифрама појава у слогу 14.

Контрола слогова 12

Видљивост:

Шифре за хоризонталну видљивост код визуелне процене узимају вредности од 90 до 99 или поље остаје празно ако се мерење не врши.

```
[Vid=90-99/BL]
```

Уколико ово није испуњено јавља се порука са даном, месецом и часом у коме стоји грешка, као и вредност која је уписана. То важи за сваку поруку о грешци. На пример:

```
1.10.u10 [Vid=90-99/BL] Vid=87
```

Затим уколико је видљивост шифрована са шифрама од 90 до 93, видљивост мања од 1 км, мора да је регистрована нека од појава из група падавина P54, P55, магли из P56 (3-6) или појаве 1-4 из групе P58 (снежне, прашинске или пешчане мећаве).

```
[Vid=90-93;P(54,55)=1-9;P(56)=3-6;P(58)=1-4]
```

Облачност:

Шифре за родове облака по кључу **Ch** су у распону од 0-9 или ако их није могуће осмотрити у дневник се уписује X док се код уношења података у ASCII фајлове ставља црта "-" из практичних разлога.

```
[Ch=0-9/-]
```

Уколико је шифра за родове **Ch** облака већа од 0, што значи да су осмотрени ти облаци, мора да је уписана и укупна количина облака 1-8 осмина.

```
[Ch=1-9,N=1-8]
```

Уколико је шифра за родове **Ch** облака 7, Цирострату које покрива цело небо, следи да укупна покривеност неба мора да је 8 осмина.

```
[Ch=7,N=8]
```

Уколико је шифра за родове **Ch** облака 8, Циростаратус који не покрива небо потпуно, а нема других облака, следи да укупна покривеност неба мора да је мања од 8 осмина.

```
[Ch=8;Cm=Cl=0;N=1-7]
```

Шифре за родове облака по кључу **Cm** су у распону од 0-9 или ако их није могуће осмотрити стоји црта "-".

```
[Cm=0-9/-]
```

Уколико је шифра за родове **Cm** облака 0, нема их, следи да је и количина тух облака 0.

```
[Cm=0;Nm=0]
```


Уколико има **Cm** облака, шифре 1-9, следи да и количина тих облака мора да буде између 1 и 8 осмина.

```
[Cm=1-9;Nm=1-8]
```

Уколико није могуће осмотрити **Cm** облаке, стоји црта "-", следи да је количина **Cl** облака 8 осмина, или ни њих није могуће осмотрити па за њихову количину стоји 9.

```
[Cm=-;Nl=8,9]
```

Ако су осмотрени само **Cm** облаци, шифре 1-9, следи да укупна облачност мора да има вредности 1-8 осмина.

```
[Cm=1-9,Ch=Cl=0,N=1-8]
```

Уколико није могуће осмотрити **Cm** облаке, стоји црта "-" и количина **Cl** облака је 8 осмина, или и њих није могуће осмотрити па за њихову количину 9, следи да за количину **Cm** облака мора да стоји вредност 9.

```
[Cm=-,Nl=8,9;Nm=9]
```

Шифре за родове облака по кључу **Cl** су у распону од 0-9 или ако их није могуће осмотрити стоји црта "-".

```
[Cl=0-9/-]
```

Уколико су осмотрени **Cl** облаци, укупна облачност мора да има вредност 1-8 осмина.

```
[Cl=1-9;N=1-8]
```

Уколико нема **Cl** облака, мора да је и количина **Cl** облака 0.

```
[Cl=0;Nl=0]
```

Уколико није могуће осмотрити **Cl** облаке следи да за количину **Cl** и **Cm** облака мора да стоји 9, а такође и за укупну облачност 9.

```
[Cl=-;Nl=9;Nm=9;N=9]
```

Род најнижег облачног слоја је овде означен са C1, а следећег са C2, да би се разликовали, а одговарајуће висине база HSHS1 и HSHS2. Шифре за род су у распону од 0-9, ако су из неког разлога невидљиви стоји црта "-", ако их нема поља су празна BL.

```
[C1=0-9/-/BL]
[C2=0-9/-/BL]
```

Ако род облачног слоја није могуће одредити тада се висина слоја шифрује са 90.

```
[C1=-;C2=BL;HSHS1=90;HSHS2=BL]
```

Када није могуће одредити родове облака **Ch, Cm** и **Cl** тада и за род облачног слоја стоји црта.

```
[Ch=Cm=Cl=-;C1=-]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Ch** са шифром 1-4 и нема других облака, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 0.

```
[Ch=1-4;Cm=Cl=0;C1=0]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Ch** са шифром 9 и нема других облака, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 1.

```
[Ch=9;Cm=Cl=0;C1=1]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Ch** са шифром 5-8 и нема других облака, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 2 и евентуално за други слој шифра 0 .

```
[Ch=5-8;Cm=Cl=0;C1=2;C2=0,BL]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cm** са шифром 3-9 и нема облака из групе **Cl**, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 3.

```
[Cm=3-9;Cl=0;C1,C2=3]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cm** са шифром 1 и нема облака из групе **Cl**, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 4.

```
[Cm=1;Cl=0;C1,C2=4]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cm** са шифром 2 и нема облака из групе **Cl**, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 4 или 5.

```
[Cm=2;Cl=0;C1,C2=4,5]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cm** са шифром 7 и нема облака из групе **Cl**, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 5.

```
[Cm=7;Cl=0;C1,C2=5]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 1, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 8.

```
[Cl=1;C1,C2=8]
```

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 2, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 6 или 8.

[Cl=2,5;C1,C2=6,8]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 4, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 6.

[Cl=4;C1,C2=6]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 3 или 9, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 9.

[Cl=3,9;C1,C2=9]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 5, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 6.

[Cl=5;C1,C2=6]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 6, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 7.

[Cl=6;C1,C2=7]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 7, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 7 или 8.

[Cl=7;C1,C2=7,8]

Када су осмотрени облаци из групе **Cl** са шифром 8, тада за род облачног слоја мора да стоји шифра 6 или 8.

[Cl=8;C1,C2=6,8]

Шифре за висину облачног слоја су у распону од 90-99 или су поља празна.

[HSHS1,2=90-99/BL]

Ако су поља са висином облачног слоја празна, мора да су празна и поља за род облачног слоја.

[HSHS1=BL;HSHS2=BL;C1=0;C2=0]

Када нема облака из група **Ch, Cm** и **Cl** на планинама или превојима, када су све планине откривене а постоји понеки облак на више страна, поље за висину облачног слоја остаје празно.

[Ch=0;Cm=0;Cl=0;Nl=0;DA=9;NMP=0;
N3=0;HSHS1=BL]

Када је висина облачног слоја шифрована са 90, за род облачног слоја мора да стоји црта.

[HSHS1=90;C1=-]

Ако је на планинама висина облачног слоја шифрована са 99, а планине се немогу видети због мрака, падавина или магле, у свим правцима, за количину ниских облака мора да стоји 0.

[HSHS1=99;DA=9;NMP=9;N3=0;Nl=0]

За укупну облачност мора да стоји нека од вредности од 0-9.

[N=0-9]

Ако је укупна облачност 0, и количине облака из група **Cl** и **Cm** мора да су једнаке 0.

[N=0;Nl=0;Nm=0]

Ако је вредност укупне облачности између 1 и 8, онда мора да су шифровани облаци у некој од група **Ch, Cm** или **Cl**.

[N=1-8;Cl=1-9;Cm=1-9;Cl=1-9]

Ако је вредност укупне облачности 9 онда и количине облака из група **Cl** и **Cm** једнаке 9, односно немогу се одредити.

[N=9;Nl=9;Nm=9]

За количину облака из групе **Cl** мора да стоји вредност од 0-9.

[Nl=0-9]

Ако за количину облака из групе **Cl** стоји вредност 1-8, онда за родове облака из те групе мора да стоји вредност од 1-9.

[Nl=1-8;Cl=1-9]

Ако за количину облака из групе **Cl** стоји вредност 0, онда за родове облака из те групе мора да стоји вредност 0.

[Nl=0;Cl=0]

За количину облака из групе **Cm** мора да стоји вредност од 0-9.

[Nm=0-9]

Ако за количину облака из групе **Cm** стоји вредност 0, онда за родове облака из те групе мора да стоји вредност 0.

[Nm=0;Cm=0]

Ако за количину облака из групе **Cm** стоји вредност 1-8, онда за родове облака из те групе мора да стоји вредност од 1-9.

[Nm=1-8;Cm=1-9]

Ако је вредност укупне облачности 8, а за количину облака из групе **Cm** стоји вредност 8, онда мора за родове облака из те групе да стоји вредност од 1-9, за количину облака из групе **Cl**, да стоји вредност 0, и за родове облака из те групе да стоји црта.

[N=8;Nm=8;Nl=0;Ch=-;Cm=1-9]

Када су на планинама вредности за укупну облачност, родове облака из група **Ch, Cm** и **Cl** једнаке 0 и поља за висине облачних слојева празна, онда мора да поље за правац осмотрених облака на планинама и превојима буде празно или има вредности 1 или 9, затим поље за облаке на планинама и превојима буде празно или има вредност 9 и поље за развитак облака да буде празно или има вредност 0.

[N=Nm=Nl=0;Ch=Cm=Cl=0;HSHS1,2=BL;
DA=BL,1,9;NMP=BL,9;N3=BL,0]

Ако укупна облачност има вредност од 1- 8, а количина облака из група **Cm** и **CL** стоји вредност 0, а за родове облака из тих група стоји вредност 0, онда за родове облака из групе **Cl** мора да стоји вредност од 1-9.

[N=1-8;Nm=Nl=0;Cl=Cm=0;Ch=1-9]

Шифре којима се означава правац у којем је осмотрена облачност на планинама и превојима су у распону од 0-9.

[DA=0-9]

Шифре којима се означавају облаци на планинама и превојима су у распону од 0-9.

[NMP=0-9]

Ако је вредност шифре за облаке на планинама и превојима између 1 и 9, онда мора да су шифроване врдности за родове облака из група **Cm** или **Cl** у распону 1-9.

[NMP=1-9;Cm=1-9;Cl=1-9]

Шифре којима се означава развитак облака на планинама и превојима су у распону од 0-9.

[N3=0-9]

Када није могуће одредити укупну облачност, као и количине облака из група **Cm** и **Cl**, шифре за правац и облаке на планинама или превојима мора да имаји вредност 9, а шифра за равитак 0, или да су та поља празна.

[N=9;Nm=9;Nl=9;DA=BL,9;NMP=BL,9;
N3=BL,0]

Шифре којима се означавају облаци осмотрени са вишег нивоа су у распону од 0-9, може да стоји црта ако осматрање није могуће, или поље може да буде празно.

[NV=0-9/-/BL]

Вредности надмораке висине, у хектометрима, горње површине облака могу бити у распону од 00-99, црте ако није могуће осматрање, или је поље празно.

[HH=00-99/--/BL]

Ако у пољу за облаке осмотрене са вишег нивоа стоји црта, онда и у пољу за висину горње површине мора да стоје црте.

[NV=-;HH=--]

Ако је поље за облаке осмотрене са вишег нивоа празно, онда и поље за висину горње површине мора да празно.

[NV=BL;HH=BL]

<u>10-то минутни ветар:</u>

Преовлађујући правац ветра за 10-то минутни интервал дат је у декастепенима 00-36, или стоји 88 када је инструмент у квару, или 99.

[D=00-36,88,99]

Брзина ветра у целим м/с може бити у распону од 00-60.

[VX=00-60]

Карактеристика ветра се шифрује вредностима од 0-9.

[K=0-9]

Ако је тихо, шифра за карактеристику ветра мора да је 0.

[VX=00;K=0]

<u>Ваздушни притисак:</u>

Вредности ваздушног притиска на станици могу у интервалу од 700-1053 мб, или поље може да буде празно.

`[700<=PST<=1053/BL]`

<u>Температура:</u>

Вредности температуре ваздуха могу бити у распону од -40 до 50 °C, или поље може да буде празно.

`[-40<=T<=50/BL]`

У пољу за стање крпице мокрог термометра може да стоји ознака L, -, или да буде празно.

`[L=L,-,BL]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака L, у пољу за температуру мокрог термометра не може бити већа вредност од 40.

`[L=L,TM<=40]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака -, у пољу за температуру мокрог термометра не може бити већа вредност од 10.

`[L=-,TM<=10]`

Ако је поље за ознаку стања крпице мокрог термометра празно, у пољу за температуру мокрог термометра не може бити већа вредност од 45.

`[L=BL,TM<=45]`

Ако су температуре сувог и мокрог термометра веће од 0, а релативна влажност ваздуха мања од 100%, температура сувог термометра мора да је већа од температуре мокрог термометра.

`[T>=0;TM>=0;U<100%;T>TM]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака L, температура сувог термометра мања од 0, а у пољу за температуру мокрог термометра вредност већа од 0 а мања или једнака од 2, температура сувог термометра мора да је већа или једнака температури мокрог термометра.

`[L=L;T<0;0<TM<=2;T>=TM]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака L, у пољу за температуру мокрог термометра вредност већа од 2 а мања или једнака 5, апсолутана разлика темератураа сувог и мокрог термометра мора бити мања или једнака 0,1.

`[L=L;2<TM<=5;/T-TM/<=0.1]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака L, у пољу за температуру мокрог термометра вредност већа од 5 а мања или једнака 7, апсолутана разлика темератураа сувог и мокрог термометра мора бити мања или једнака 0,2.

`[L=L;5<TM<=7;/T-TM/<=0.2]`

Ако је у пољу за ознаку стања крпице мокрог термометра ознака L, у пољу за температуру мокрог термометра вредност већа од 7 , апсолутана разлика темература сувог и мокрог термометра мора бити мања или једнака 0,3.

`[L=L;TM>7;(T-TM)<=0.3]`

<u>Релативна влажност ваздуха:</u>

Дозвољене вредности релативне влажности ваздуха су од 5-100.

`[U=5-100]`

Вредност уписане релативне влажности ваздуха сме да се разликује од израчунате по психрометраској формули за +-10, за случај када се на станици не мери ваздушни притисак.

`[U=Ur+-10]`

Вредност уписане релативне влажности ваздуха сме да се разликује од израчунате по психрометраској формули за +-5, за случај када се на станици мери ваздушни притисак.

`[U=Ur+-5]`

<u>Стање тла:</u>

Шифре за стање тла су ураспону од 0-9.

`[E=0-9]`

<u>Атмосферске појаве:</u>

Шифре за појаве колоне 54 су у распону од 1-9, или поље може бити празно.

`[P54=1-9/BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредност од 1-9, онда мора да су попуњена поља за род и висину облачног слоја, затим да је вредност укупне облачности различита од 0.

`[P54=1-9;Cl<>BL;HSHS1<>BL;N<>0]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредност од 1-9, онда мора да су попуњена поља за трајање падавина.

`[P54=1-9;TR<>BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредности од 6-9, онда у пољу за стање тла мора да је вредност различита од 0.

`[P54=6-9;E<>0]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредности 2,4,5,7,8 или 9, онда температура ваздуха мора да је мања од 3.

`[P54=2,4,5,7,8,9;T<3]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредности од 1,3 или 6, онда температура ваздуха мора да је већа од 0.

`[P54=1,3,6;T>0]`

Ако у пољу за појаве колоне 54 шифра има вредности 1 или 2, онда шифра за родове облака **Cl** мора да је 6 или 7.

`[P54=1,2;Cl=6,7]`

Шифре за појаве колоне 55 су у распону од 1-9, или поље може бити празно.

`[P55=1-9/BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 55 шифра има вредност од 1-9, онда мора да су попуњена поља за род и висину облачног слоја, затим да је вредност укупне облачности различита од 0.

`[P55=1-9;Cl<>BL;HSHS1<>BL;N<>0]`

Ако у пољу за појаве колоне 55 шифра има вредност од 1-9, онда мора да су попуњена поља за трајање падавина.

`[P55=1-9;TR<>BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 55 шифра има вредности 9, онда шифра за родове облака **Cl** мора да је 3 или 9.

`[P55=9;Cl=3,9]`

Ако у пољу за појаве колоне 55 шифра има вредности од 8 или 9, онда температура ваздуха мора да је већа од 0.

`[P55=8,9;T>0]`

Шифре за појаве колоне 56 су у распону од 1-9, или поље може бити празно.

`[P56=1-9/BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 56 шифра има вредности 3 или 6, а у пољима за родове облака **Ch**, **Cm** и **Cl** стоје црте, онда за укупну облачност мора да стоји 9.

`[P56=3,6;Ch=-,Cm=-,Cl=-,N=9]`

Ако у пољу за појаве колоне 56 шифра има вредност 2, онда у пољу за видљивост мора да стоји шифра од 94-96.

`[P56=2;Vid=94,95,96]`

Ако у пољу за појаве колоне 56 шифра има вредност 3 или 6, онда у пољу за видљивост мора да стоји шифра од 90-93.

`[P56=3,6;Vid=90,91,92,93]`

Ако у пољу за појаве колоне 56 шифра има вредност 6, онда температура ваздуха мора да је мања од 0.

`[P56=6;T<0]`

Ако у пољу за појаве колоне 56 шифра има вредност 9, онда шифра за родове облака **Cl** мора да је 3, 7 или 9.

`[P56=9;Cl=3,7,9]`

Шифре за појаве колоне 57 су у распону од 1-9, или поље може бити празно.

`[P57=1-9/BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 57 шифра има вредности од 4, 6, 7, 8, или 9, онда у пољу за стање тла мора да је вредност 4.

`[P57=4,6,7,8,9;E=4]`

Шифре за појаве колоне 58 су у распону од 1-9, или поље може бити празно.

`[P58=1-9/BL]`

Ако у пољу за појаве колоне 58 шифра има вредности 1 или 2, онда вредност

десетоминутне брзине ветра мора да је већа од 3, шифра у пољу за стање тла већа од 4 и температура ваздуха мања од 0.

```
[P58=1,2;Vx>3;E>4;T<0]
```

Ако у пољу за појаве колоне 58 шифра има вредности 3 или 4, онда вредност десетоминутне брзине ветра мора да је већа од 3 и шифра у пољу за стање тла једнака 0.

```
[P58=3,4;Vx>3;E=0]
```

Ако у пољу за појаве колоне 58 шифра има вредност 5, онда у пољу за стање тла мора да је вредност 0.

```
[P58=5;E=0]
```

Ако у пољу за појаве колоне 58 шифра има вредност 8, онда шифра за родове облака **Cl** мора да је 3 или 9.

```
[P58=8;Cl=3,9]
```

Шифре за појаве колоне 59 су у распону од 0-8, или поље може бити празно.

```
[P59=0-8/BL]
```

Ако у пољу за појаве колоне 58 шифра има вредност 1 или 3, онда шифра за родове облака **Cl** мора да је 1, 5, 6, 7 или 8.

```
[P59=1,3;Ch=1,5,6,7,8]
```

Сијање сунца:

Трајање сијања сунца у десетинама сати има вредности од 0,0-1,0 или могу бити уписане вредности 7,7 8,8 или 9,9.

```
[TSS=0,0-1,0/7,7/8,8/9,9]
```

За термине 01, 02, 03, 22, 23 и 24 трајање сијања сунца мора бити 0.

```
[cas=01,02,03,22,23,24;TSS=0]
```

Када је укупна облачност једнака 8 трајање сијања сунца не може бити 1.

```
[N=8;TSS<>1.0]
```

Падавине:

Висина падавина може имати вредности од 0-99,0 или може бити уписано 999 или 888. 999 се уписује за случај да није било могуће извршити мерење, а 888 је случај када није било падавина, али због особина базе да поље које је дефинисано као нумеричко неможе да остане празно већ му се аутоматски додељује 0. Да би се та 0 разликовала од 0 када је било падавина, али је количина немерљива, па је из тог разлога уведено 888.

```
[VP<=99.0;999;888]
```

Када је за висину падавина нека вредност мања или једнако 99 или 999, трајање падавина мора да је различито од 0.

```
[VP<=99.0;999;TR<>0]
```

Вредности за трајање падавина могу бити у распону од 00-60, или може бити уписано 99.

```
[TR=00-60;99]
```

Вредност за трајање падавина је 0 ако падавина није било.

```
[TR=0;VP=888]
```

Часовни ветар:

Вредност средње брзине ветра може бити у распону од 00-30 или може бити уписано 999 за случај да није било могуће извршити мерење.

```
[SR_V=00-30,999]
```

Вредност средње брзине ветра мора бити мања од максималне брзине.

```
[SR_V<MAX_V]
```

Вредност максималне брзине ветра може бити у распону од 00-50, или може бити уписано 999 за случај да није било могуће извршити мерење.

```
[MAX_V=00-50,999]
```

Преовлађујући правац ветра може бити у распону од 00-36, може бити уписано 99 када преовлађујући правац није могуће одредити, 88 када је инструмент у квару, или поље може бити празно.

```
[PRAV=00-36,88,99/BL]
```

Ако је за вредност преовлађујућег правца уписано 00, онда мора да су у пољима за средњу и максималну брзину ветра уписане 0.

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК - НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

```
[PRAV=00,SR_V=MAX_V=0]
```

Ако је у пољима за средњу и максималну брзину ветра уписано 999, онда у пољу за правац ветра мора бити уписано 88.

```
[SR_V=999;MAX_V=999;PRAV=88]
```

Контрола слогова 13

Екстремне температуре:

Максимална дневна температура ваздуха може имати вредности у распону од -40 до 50 °C.

```
[-40.0<Tmax<50.0]
```

Минимална дневна температура ваздуха може имати вредности у распону од -40 до 35 °C.

```
[-40.0<Tmin<35.0]
```

Минимална температура ваздуха на 5 цм може имати вредности у распону од -50 до 50 °C.

```
[-50.0<Tm5cm<50.0]
```

Апсолутна разлика минималне температуре ваздуха и минималне на 5 цм мора бити мања 10.

```
[/Tmin-Tm5cm/<=10.0]
```

Минимална релативна влага:

Минимална релативна влажност ваздуха може имати вредности у распону од 5-100 %.

```
[5<=Umin<=100]
```

Падавине:

Количина падавина до 07 часова може имати вредности у распону од 0-200, или може бити уписано 9999, или 8888.

```
[R07vis<=200;=9999;=8888]
```

Ако је у поље за количину падавина до 07 часова уписано 8888 или 9999, онда мора да је поље за облик падавина празно.

```
[R07vis=9999,8888;R07obl=BL]
```

Облик количине падавина до 07 часова може имати вредности од 1-9, или може бити празно.

```
[R07obl=1-9;BL]
```

Ако је у поље за количину падавина до 07 часова уписано 0.0, онда мора да је у пољу за облик падавина уписана шифра 9.

```
[R07vis=0.0;R07obl=9]
```

Количина падавина до 19 часова може имати вредности у распону од 0-200, или може бити уписано 9999 или 8888.

```
[R19vis<=200;=9999;=8888]
```

Ако је у поље за количину падавина до 19 часова уписано 0.0, онда у одговарајућем пољу за облик падавина мора да је уписана шифра 9.

```
[R19vis=0.0;R19obl=9]
```

Ако је у поље за количину падавина до 19 часова уписано 8888 или 9999, онда одговарајуће поље за облик падавина мора да је празно.

```
[R19vis=9999,8888;R19obl=BL]
```

Облик количине падавина до 19 часова може имати вредности од 1-9 или може бити празно.

```
[R19obl=1-9;BL]
```

Дневне количине падавина могу имати вредности у распону од 0-300, или може бити уписано 9999 или 8888.

```
[R0707uk<=300;=9999;=8888]
```

Снежни покривач:

Степен покривености тла снежним покривачем у 07 часова може имати вредности од 1-8 или поље може бити празно.

```
[SP07st=1-8;BL]
```

Ако је поље за степен покривености празно, онда и поље за карактеристику мора да буде празно.

```
[SP07st=BL,SP07ka=BL]
```

Шифра за карактеристику површине снежног покривача може имати вредности од 0-8 или поље може бити празно.

```
[SP07ka=0-8;BL]
```

Укупна висина снежног покривача може имати вредности у распону од 0-300 или поље може бити празно.

[SP07uk=0-300;BL]

Висина новог снега може имати вредности у распону од 0-99 или поље може бити празно.

[SP07no=0-99;BL]

Густина снежног покривача може имати вредности у распону од 0-1.00 или поље може бити празно.

[SP07gus=0-1.00;BL]

Ако густина снежног покривача има вредности између 0.01 и 1.00, онда укупна висина снежног покривача мора да је већа или једнака 4.

[SP07gus=0.01-1.00;SP07uk=>4]

Садржај воде у снежном покривачу може имати вредности у распону од 0-999.9, или поље може бити празно.

[SP07svo=0-999.9;BL]

Ако садржај воде има вредности између 0.1 и 999.9, онда укупна висина снежног покривача мора да је већа или једнака 4.

[SP07svo=0.1-999.9;SP07uk>=4]

Степен покривености тла снежним покривачем у 19 часова може имати вредности од 1-8 или поље може бити празно.

[SP19st=1-8;BL]

Ако је поље за степен покривености празно, онда и поље за карактеристику мора да буде празно.

[SP19st=BL,SP19ka=BL]

Шифра за карактеристику површине снежног покривача може имати вредности од 0-8 или поље може бити празно.

[SP19ka=0-8;BL]

Укупна висина снежног покривача може имати вредности у распону од 0-300 или поље може бити празно.

[SP19uk=0-300;BL]

Висина новог снега може имати вредности у распону од 0-99 или поље може бити празно.

[SP19no=0-99;BL]

Максимални ветар:

Вредност максималне брзине ветра може бити у распону од 0-50.0 или може бити уписано 999.

[Vmax=0-50.0;999]

Ако је у пољу за максималну брзину ветра уписано 999, онда и у пољу за време мора да је уписано 999.

[Vmax=999;VREM=999]

У пољу за правац максималног ветра могу бити уписане вредности од 00-36, 99 или поље може бити празно.

[VPRA=00-36;99;BL]

Ако је у пољу за максималну брзину ветра уписано 999, онда и у пољу за правац мора да је уписано 99.

[Vmax=999;VPRA=99]

У пољу за време јављања максималног ветра могу бити уписане вредности од 00.0-24.0 или 999.

[VREM=00.0-24.0;999]

У пољу за метод мерења ветра могу бити уписане вредности од 1-6,9 или поље може бити празно.

[MET=1-6,9,BL]

Испаравање:

У пољу за испаравање у 07 часова могу бити уписане вредности од 0-99.9 или поље може бити празно.

[ISP07kol=0-99,9;BL]

У пољу за испаравање у 19 часова могу бити уписане вредности од 0-99.9 или поље може бити празно.

[ISP19kol=0-99,9;BL]

У пољу за укупно испаравање часова могу бити уписане вредности од 0-99.9 или поље може бити празно.

[ISP0707uk=0-99,9;BL]

У пољу за метод мерења испаравања могу бити уписане вредности од 1-3 или поље може бити празно.

[ISPmet=1-3;BL]

Број редова са слогом 14:

У пољу за број редова са слогом 14 могу бити уписане вредности 1-4, 8 или 9.

[BRRED14=1-4;8;9]

Контрола слогова 14

У пољу за шифру појава могу бити уписане вредности 11-19, 21-29, 31-39, 41-49, 51-59, 61-69, 71,72 или 99.

[SIF=11-19;21-29;31-39;41-49;
51-59;61-69;71;72;99]

У пољу за интензитет појаве могу бити уписане вредности од 0-9.

[I=0-9]

Уколико је у пољу за шифру појаве уписано 99, онда у пољу за интензитет мора да је уписано 9.

[SIF=99;I=9]

У пољу за почетак временске појаве могу бити уписане вредности од 0000-2400, 4444, 5555, 6666, 7777, 8888 или 9999.

[POCE=0000-2359;4444;5555;6666;
7777;8888;9999]

У пољу за крај временске појаве могу бити уписане вредности од 0000-2400, 4444, 5555, 6666, 7777, 8888 или 9999.

[KRAJ=0000-2400;4444;5555;6666;
7777;8888;9999]

У пољу за почетак временске појаве мора бити уписана мања или једнака вредност од вредности уписане у пољу за крај појаве.

[POCE<=KRAJ]

Уколико је у пољу за шифру појаве уписано 99, онда мора да је у пољима за почетак и крај појаве уписано 9999.

[SIF=99;POCE=9999;KRAJ=9999]

Контрола међучасовне промењивости у слогу 12

Апсолутна разлика вредности ваздушног притиска између два суседна термина мора да је мања од 7.

[/PSTcas-PSTcas-1/<7]

Ако је у претходном термину шифра за стање тла била 0, висина падавина у термину 0.0 или 0.1, онда шифра за стање тла у термину мора да је различита од 2.

[Ecas-1=0;VP<=0.1;<>999;Ecas<>2]

Ако је у претходном термину шифра за стање тла била 3, температура ваздуха у термину и претходном термину мања од -5, онда шифра за стање тла у термину мора да је различита од 0.

[Ecas-1=3;T<-5;Tcas-1<-5;Ecas<>0]

Ако је у претходном термину шифра за стање тла била 8, или 9, температура ваздуха у термину и претходном термину мања од -5, онда шифра за стање тла у термину мора да је већа или једнака 4.

[Ecas-1=8,9;T<-5;Tcas-1<-5;Ecas=>4]

Ако је у претходном термину шифра за стање тла била 8, или 9, температура ваздуха у термину већа од -5, онда шифра за стање тла у термину мора да је већа или једнака 2.

[Ecas-1=8,9;T>-5;Ecas=>2]

Контрола повезаности поља у слоговима 12 и 13

Вредност максималне дневне температуре ваздуха мора да је већа или једнака од одговарајућих терминских.

[Tmax=>Tterm.]

Вредност минималне дневне температуре ваздуха мора да је мања или једнака од одговарајућих терминских.

[Tmin<=Tterm.]

Вредност максималне дневне брзине ветра мора да је једнака највећој терминској за тај дан.

[Vmax=max_V]

Вредност минималне релативне влажности ваздуха мора да је мања или једнака од одговарајућих терминских.

[Umin<=U]

Вредност днавне количине падавина мора да је једнака суми одговарајућих терминских количина.

[R0707uk=SumaVP(08-07)]

Вредност количине падавина у 07 часова мора да је једнака суми одговарајућих терминских количина.

[R07vis=SumaVP(20-07)]

Вредност количине падавина у 19 часова мора да је једнака суми одговарајућих терминских количина.

[R19vis=SumaVP(08-19)]

Ако су шифре за облик падавина у 07 часова у распону од 1-7, онда мора да је шифрована нека појава од 1-9 у колонама P54 или P55 у терминима од 20-07 часова.

[R07obl=1-7;pojave P54,P55=1-9 od 20-07]

Ако су шифре за облик падавина у 19 часова у распону од 1-7, онда мора да је шифрована нека појава од 1-9 у колонама P54 или P55 у терминима од 08-19 часова.

[R19obl=1-7;pojave P54,P55=1-9 od 08-19]

Ако је шифра за облик падавина у 19 часова 8, онда мора да је шифрована нека појава од 3-6 у колонама P56 или 1-9 у колони P57 у терминима од 08-19 часова.

[R19obl=8;pojave P56=3-6,P57=1-9 od 08-19]

Ако је поље за степен покривености тла снежним покривачем у 07 часова празно, онда шифра за стање тла у термину 07 часова мора да има вредност од 0-4.

[SP07st=BL;E07=0-4]

Ако је у пољу за степен покривености тла снежним покривачем у 07 часова уписана вредност од 1-8, онда шифра за стање тла у термину 07 часова мора да има вредност од 5-9.

[SP07st=1-8;E07=5-9]

Ако је поље за степен покривености тла снежним покривачем у 19 часова празно, онда шифра за стање тла у термину 19 часова мора да има вредност од 0-4.

[SP19st=BL;E19=0-4]

Ако је у пољу за степен покривености тла снежним покривачем у 19 часова уписана вредност од 1-8, онда шифра за стање тла у термину 19 часова мора да има вредност од 5-9.

[SP19st=1-8;E19=5-9]

Контрола повезаности поља у слоговима 12 и 14

Ако за непрекидну појаву у слогу 14 нису шифроване одговарајуће појаве у колонама P54, P55, P56, P57, P58 и P59 у обухваћеним терминима исписује се порука за сваки такав термин. На пример:

24.10.u 5 [P57 termin nije obuhvacen] P57= Sifra=41 I=5 Pocetak= 0 Kraj= 530

Контрола међудневне променљивости у слогу 13

Ако у пољу за укупну количину падавина стоји 8888, није било падавина, онда и у пољима за количине падавина до 19 односно 07 часова мора да стоји исто.

[R0707uk=R19vis d-1=R07vis=8888]

Укупна количина падавина мора да је једнака збиру количине падавина до 19 часова претходног дана и количине падавина до 07 часова тога дана.

[R0707uk=R19vis d-1+R07vis]

Ако у пољу за укупно испаравање стоји 888, није било испаравања, онда и у пољима за испаравање до 19 односно 07 часова мора да стоји исто.

[ISP0707uk=ISP19kol d-1=ISP07kol=888]

Вредност укупног испаравања мора да је једнака збиру испаравања до 19 часова претходног дана и испаравању до 07 часова тога дана.

[ISP0707uk=ISP19kol d-1+ISP07kol]

Контрола повезаности поља у слоговима 13 и 14

Ако у пољу за облик падавина у 07 часова у слогу 13 стоји шифра 1-7, онда у слогу 14 мора да стоји нека од шифара од 11-19 или 21-29 са одговарајућим интервалом трајања.

[R07obl=1-7;sifre 11-19;21-29 u slogu 14]

Ако у пољу за облик падавина у 19 часова у слогу 13 стоји шифра 1-7, онда у слогу 14 мора да стоји нека од шифара од 11-19 или 21-29 са одговарајућим интервалом трајања.

[R19obl=1-7;sifre 11-19;21-29 u slogu 14]

Ако у пољу за облик падавина у 19 часова у слогу 13 стоји шифра 8, онда у слогу 14 мора да стоји нека од шифара 33-36 или 41-49 са одговарајућим интервалом трајања.

[R19obl=8;sifre 33-36;41-49 u slogu 14]"

Ако у пољу за облик падавина у 07 часова у слогу 13 стоји шифра 8, онда у слогу 14 мора да стоји нека од шифара 33-36 или 41-49 са одговарајућим интервалом трајања.

[R07obl=8;sifre 33-36;41-49 u slogu 14]

Ако у пољу за висину новог снега у 07 часова у слогу 13 стоји нека вредност 00-99, онда у слогу 14 мора да стоји нека шифра 18, 19, 21-27 са одговарајућим интервалом трајања.

[SP07no=00-99;sifre 18;19;21-27 u slogu 14]

Ако у пољу за висину новог снега у 19 часова у слогу 13 стоји нека вредност 00-99, онда у слогу 14 мора да стоји нека шифра 18, 19, 21-27 са одговарајућим интервалом трајања.

[SP19no=00-99;sifre 18;19;21-27 u slogu 14]

Закључак

Програм за логичку контролу дневника ГМС је испитиван и коришћен последњих неколико година на подацима Метеоролошке опсерваторије Београд. Може се рећи да програм омогућава да се изврши далеко квалитетнија контрола дневника за неупоредиво краће време.

Велика већина грубих грешака се веома ефикасно проналази. Ефикасно се налазе и грешке код прерачунавања и свођења, као и грешке које се јављају код уписивања параметара у различите делове дневника (слогове). Такође, показало се да се проналазе и грешке које се јако тешко уочавају без рачунске машине.

Из свих наведених разлога програм је намењен и прилагођен за коришћење на Главним метеоролошким станицама које имају рачунар и рађен је за рад и на најслабијим PC платформама, под DOS-ом, како би се контрола вршила одмах по унетом месецу, и како би се исправке извршиле пре него што дневник напусти станицу.

Литература:

СХМЗ, 1974: *Упутство за бележење података у дневник осматрања главне метеоролошке станице*;

Плазинић, С., 1990: *Пројектни задатак логичке контроле дневника ГМС*, РХМЗ Србије

SADIS-ОСОБИНЕ, МОГУЋНОСТИ И ПРИМЕНЕ

Радовановић Б. Драган, дипл. мет..
Савезна управа за контролу летења, Др. Ивана Рибара 91, 11070 Нови Београд

Abstract

SDIS is an operational system dedicated primary to aeronautical meteorological information in line with ICAO world-wide provision.. Operational data are disseminated without conflict or delay caused by dissemination of non-operational data.This work shortly describes the system, its adventages and implementation at the airport Belgrade.

Апстракт

SADIS је оперативни систем намењен превенствено за размену ваздухопловних метеоролошких информација и развијен је под покровитељством ICAO. Оперативни подаци се емитују до крајњих корисника без закашњења и конфликата изазваних присуством неоперативних података. У раду је дат кратак приказ система , предности употребе оваквог и система као и опис конкретне конфигурације инсталиране на а/д Београд.

Разлози који су довели до развоја SADIS

Светски прогностички систем WAFS (World Area Forcasting System) је систем ICAO основан 1982. године на скупу о метеорологији и комуникацијама у Монтреалу, са задатком да, као "свеобухватан и интегрисан светски систем... обезбеђује и испоручује информације о метеоролошким условима у сликовном, алфанумеричком и дигиталном облику".

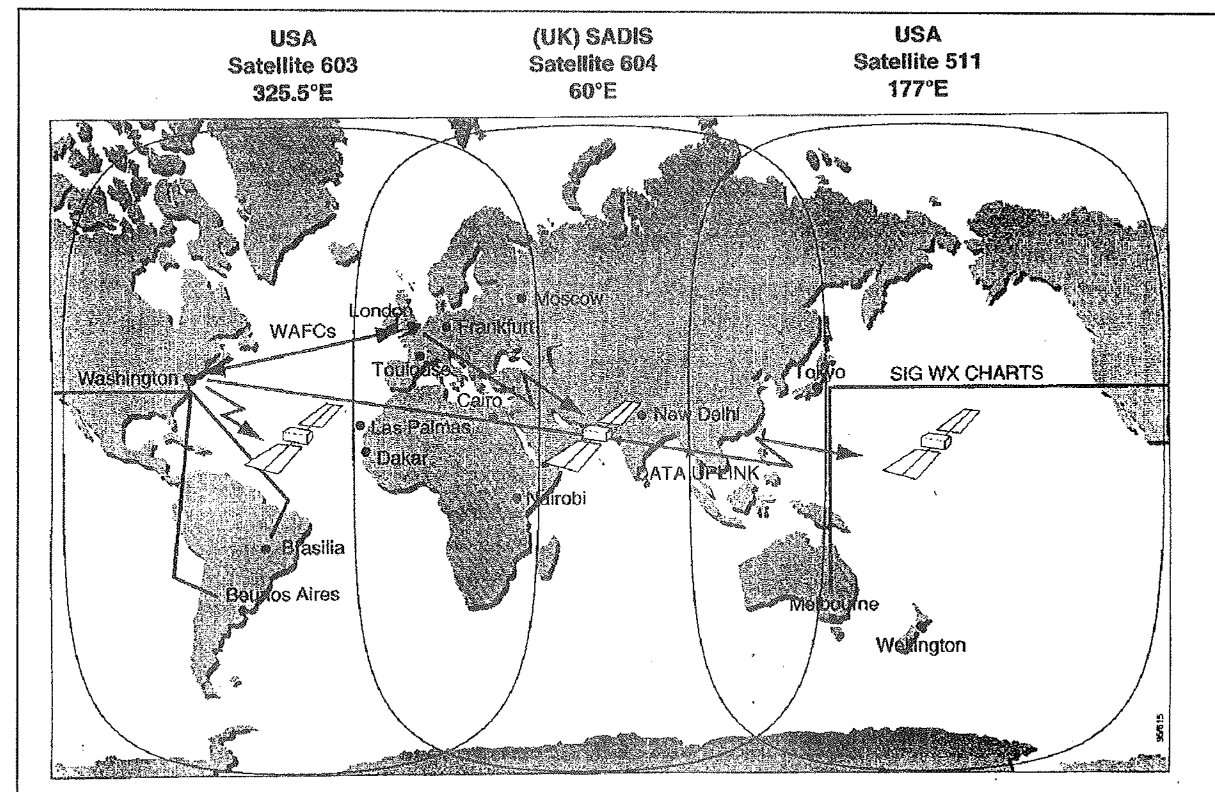
Сателитске емисије из два Светска прогностичка центра (WAFC), једног у Лондону а другог у Вашингтону, представљају примарне, ваздухопловству намењене компоненте WAFS. Оне су међународни телекомуникациони сервис за слање ваздухопловних информација земљама чланицама ICAO.

Ваздухопловне информације које се шаљу путем сателита укључују пре свега оперативне метеоролошке информације (OPMET) које се састоје од графичких приказа временске ситуације које непрекидно генеришу Регионални прогностички центри (RAFC), прогноза висинског ветра и температуре и значајних временских услова у облику дигиталних података у тачкама мреже (гридованих података) и графичких формата, као и словно-нумеричких порука.
Крајњи циљ WAFS није само дистрибуција сетова података, већ обезбеђивање фундаменталних научних услова за унапређење свих аспеката ваздухопловних прогноза у глобалним, као и локалним прогностичким центрима.

Светске сателитске комуникације се развијају уз коришћење три INTELSAT сателита. Сједињене Америчке Државе ће користити два INTELSAT за пренос продуката из WAFC у Вашингтону у регион обе Америке, Пацифика и источне Азије, док ће WAFC Лондон преко једног INTELSAT слати информације Европи, већем делу Азије, Африци, области Индијског океана и западној Аустралији. Систем у Вашингтону зове се ISCS (International Satellite Comunications System), а лондонски SADIS (Satellite Distribution Syustem). SADIS и ISCS су један другом резерва (back up). На Слици 1. су показане локације сателита, са везама између Вашингтона и Лондона.

Сателитске емисије продуката WAFS-а намењене су искључиво коришћењу у ваздухопловству и поједине земље овлашћење за њихов пријем траже у ICAO.

Свака земља чланица ICAO сама одређује дистрибуцију OPMET инфомација корисницима на својој територији, као и средства, везе и информациони ток који ће се користити у ту сврху. У сагласности са овим, свака земља одређује, саветујући се са својим надлежним



Слика 1. Локације и прекривања сателита

метеоролошким органима, кога ће овластити за приступ сателитском преносу. Могући корисници су: авио превозници, јединице службе контроле летења, јединице службе за трагање и спасавање, јединице службе ваздухопловних информација, саветодавни центри за тропске циклоне и вулкански пепео, и др.

Наша земља налази се у области коју покрива система SADIS из светског прогностичког центра у Лондону и користи њихове продукте непрекидно од новембра 1997. године.

Свакодневно управљање SADIS преузео је на себе WAFC у Лондону, а предвиђено је да средње и дугорочно надгледање SADIS преузме интер-регионална SADIS оперативна група техничких стручњака, како би се осигурало адекватно задовољење свих потреба земаља чланица и самих корисника.

WAFC Лондон је у блиској сарадњи са ICAO израдио Упутство за коришћење SADIS, како би обезбедио праве информације о набавци, инсталирању и приступању систему. Упутство садржи списак расположивих продуката са описом, као и опис успостављених стандарда за приказивање. Ово упутство које ће се редовно допуњавати може да се набави у свим регионалним службама ICAO.

Пријем продуката

Да би се обезбедио пријем SADIS, потребна је мала пријемна станица (VSAT - Very Small Aperture Terminal). То може бити или само пријемна VSAT (једносмерна) или пријемни и повратни систем (двосмерна VSAT). Двосмерни систем је развијен како би се омогућило слање OPMET у алфанумеричкој форми (као METAR, TAF извештаји, упозорења о опасном времену на рути - SIGMET и специјални извештаји из ваздуха) из области где су постојећи земаљски канали преоптерећени. (Ти канали су AFTN - Ваздухопловна стална телекомуникациона мрежа и MOTNE - Метеоролошка оперативна телекомуникациона мрежа.)

VSAT која је код нас инсталирана је само пријемна станица. Пријемна опрема састоји се од антене пречника 2.4 м, постоља, одговарајућих каблова и пријемне јединице која је инсталирана у згради. Уз опрему достављена нам је потпуна документација за монтажу уз помоћ које је технича служба сама инсталирала опрему. За место инсталирања антене изабран је раван кров. Постоље антене заузима површину од око 25 квадратних метара и додатно је оптерећено баластом тежине око 1800кг како би се обезбедио стабилам положај антене.

За разлику од једносмерног пријемног система, чије је инсталирање релативно лако и може га

обавити сам корисник уз незнатну техничку помоћ двосмерни систем изискује подршку Matra Marconi Space (то је компанија коју је WAFC Лондон изабрао за обезбеђивање сателитске комуникације и снабдевање пријемном опремом). Двосмерна VSAT је истих димензија као и једносмерна, али постоје и неке важне разлике. Енергија коју емитује двосмерна станица може ступити у интерференцију са локалним изворима зрачења.

Приказивање продуката

Подаци са пријемне станице се испоручују крајњим корисницима у формату "отвореног" индустријског стандарда X.25, који дозвољава да се подаци обраде на најпогоднији начин. Са VSAT подаци се одашиљу брзином од 64 kbps, што омогућава да се глобални GRIB од око 3.3 mb пренесе за нешто више од десет минута.

Да би се продукти SADIS приказали, потребно је да корисник располаже системом за обраду података. У том погледу корисник, који можда већ поседује погодну опрему, нема потребу да набавља неки посебан систем. Могућност избора система за приказивање је важан и представља филозофију "отвореног тржишта". Опис потребних стандарда може се наћи у Упутству за коришћење SADIS.

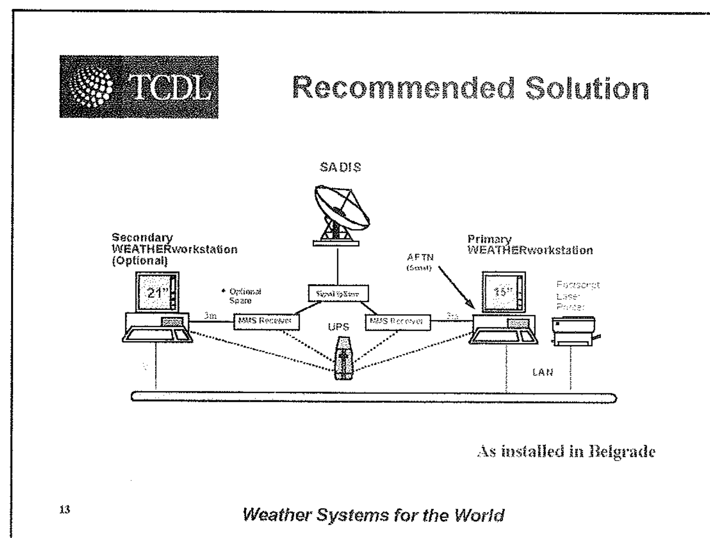
То укључује:

- Повезивање са X.25 протоколима на 64 kbps из VSAT и повраћај података преко двосмерне везе;
- Обраду података у времену блиском реалном, декодирање GRIB-a, T4, и алфанумеричких кодова;
- Приказивање само релевантних карата;
- Једноставно и лако коришћење;
- Приказивање поља ветра и температуре у позадини карте;
- Одабирање области мапе за дату руту;
- Штампање целих карата на формату А4;
- Могућност проширења ради приказа BUFR и других поља података, као и пребацивање из једног кода у други.

Опис инсталиране SADIS опреме на а/д Београд

Код избора система за приказивање определили смо се за набавку комлетног хардвера и софтвера од британске фирме TCDL, између неколико фирми које су у том тренутку обезбеђивале софтвер за приказ SADIS продуката. С обзиром на поменуту филозофију "отвореног тржишта" избор расположивог софтвера се стално увећава.

На слици бр.2 дат је пример препоручене комлетне конфигурацује SADIS опреме. Управо оваква конфигурација је инсталирана на Аеродрому Београд.
Оваква конфигурација омогућава коплетану резерву (buck-up) свих компонената система осим самог тањира антене.



Слика 2. Конфигурација SADIS опреме

Важно је напоменути да код пројектовања система и његове резерве треба добро обратити пажњу на сам технолошки процес који ће бити примењен у раду система. Примера ради на а/д Београд првобитно је принтер био повезан преко Secondary WEATHERworkstation што је у случају привременог отказа ове радне станице онемогућавало штампу и са друге радне станице.

Повезивањем принтера као мрежног принтера, онако како је приказано на Слици 2., добило се да свака радна станица има потпуно независан пријем и складиштење података као и могућност независног штампања продуката.

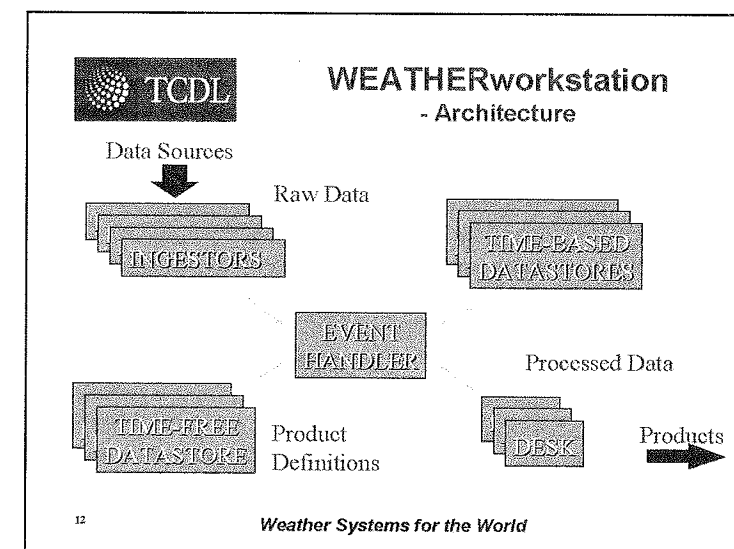
Архитектура саме радне станице (PC) приказана је на Слици 3. Обадве радне станице су идентчне архитектуре са напоменом да је у мрежи, која је приказана на слици2., примарна станица дефинисана као сервер а секундарна као клијент. Улаз података, означен на слици 3., иде преко антене, сплитера и пријемника све до картице за прихват података која се налази у самом PC. Софтвер за складиштење и обраду података организован је према шеми датој на слици 3. Оперативни систем под којим ради ради PC је UNIX што омогућава рад више процеса истовремено. Тако су активни процеси за прихват података (ingestors), за смештање у базу података (time based data stores), приказ у десктопу актуелних података (desk) коришћењем унапред дефинисаних графичких продуката (time free data store) а све то усклађује посебан процес (event hendler).

Овако конципиране, обадве радне станице имају независан пријем, складиштење и приказ продуката, тако да су у потпуности све време активна резарва једна другој. Како би се обезбедио несметан рад са обе радне станице и при томе добијали увек исти продукти, после дефинисања нових графичких продуката на било којој станици они се под истим именом копирају и на другу радну станицу. Такође обадве станице приступају базама на примарној радној станици док је у случају квара примарне радне станице потрбно ову ископчати из мреже како би секундарна приступала својој бази података.

Погодности употребе SADIS

У погодности употребе SADIS свакако спадају:

- Квалитетне карте за међународне летове;
- Ажурне оперативне метеоролошке информације (OPMET);
- Поуздане комуникације;
- Поуздан и једноставан систем за коришћење и пријем података;
- Благовремено информисање;
- Брз трансфер података;
- Бесплатни подаци за овлашћене кориснике
- Једноставна набавка и ниска цена система за пријем
- Могућност избора система за приказ продуката.



Слика 3. Архитектура радне станице

WAFS продукти и друге OPMET информације се одашиљу без застоја изазваних неоперативним информацијама. SADIS ће стално бити контролисан и од стране земаља чланица ICAO, преко одговарајућих тела за планирање и имплементацију. Он је витални део Сталне Ваздухопловне Службе и међусобно повезан са земаљским комуникационим везама ICAO. Такође је у потпуности повезан са WAFC у Вашингтону, и оба центра су, за случај прекида у пријему и емитовању података, у потпуности резерва један другом.

ТРЕНД СРЕДЊЕ ГОДИШЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

Оливера Јовановић, дипл. мет., Тихомир Поповић, дипл.мет.
Савезни хидрометеоролошки завод, Бирчанинова 6
Београд, Југославија

Abstract

This paper analizes the trends of mean annual air temperature of 27 main climatological stations on the territory of FR Yugoslavia. The periods of 10 to 30 years have been used for computing trends, by 10 years step, since 1951 successively. Trend value analysis of mean annual air temperature implies that trend value depends on the length of the sequence (20, 30 years), on the particular period (1951-80 or 1961-90) and on the particular region. Here is a great spatial-time variability of mean annual air temperature trend on the territory of FR Yugoslavia.

Абстракт

У овом раду, анализирани су трендови средњих годишњих температура ваздуха са 27 главних климатолошких станица на подручју СР Југославије. Трендови су рачунати за периоде различитог трајања од 10 до 30 година, кораком 10 година, сукцесивно за све године од 1951. Анализа вредности тренда средње годишње температуре ваздуха показује да вредност тренда зависи од дужине коришћеног низа, (20, 30 година), од конкретног периода (1951-80 или 1961-90) и подручја. Просторно временска променљивост тренда средње годишње температуре ваздуха на подручју СР Југославије је велика.

УВОД

Температура ваздуха је значајан климатски параметар. Изучавање климе, како локалитета, тако и ширих просторних размера, укључује израчунавање средње вредности температуре ваздуха за различити број година, најчешће онај број година којим тренутно располажемо. Тридесетогодишњи низови података сматрају се нормалним вредностима за било које подручје. У пракси се најчешће користе просечне тридестогодишње вредности низова 1951-1980 или 1961-1990.

Проблеми везани за утицај урбанизације подручја, прекид хомогености низа мерења (замена инструмента, локације мерења, осматрача...) или глобалних климатских колебања при израчунавању средњих вредности температуре ваздуха се обично не узимају у разматрање.

Бројни научни и стручни радови баве се проблематиком антропогеног утицаја на промену температуре ваздуха. Резултати су у зависности од подручја, коришћених података и примењених метода различити, од закључка да је антропогени фактор најзначајнији фактор пораста температуре ваздуха у урбаним срединама (Thune 1996) до резултата да је антропогени утицај на пораст температуре ваздуха, ако се избаци утицај сунчеве активности, у Женеви 0.0°C а у Варшави 0.1°C (Boryczka, 1996).

Циљ овог рада је да прикажу разлике у вредностима средње годишње температуре ваздуха на подручју СР Југославије и разлике у тренду средњих годишњих температура ваздуха израчунате за различите временске низове.

ПОДАЦИ

Средње годишње температура ваздуха са 27 главних климатолошких станица на подручју СР Југославије, за период 1951-1996. година.

МЕТОД

Линеарни тренд је рачунат за периоде различитог трајања од 10 до 30 година, кораком 10 година, сукцесивно за све године од 1951. Линеарни тренд израчунат је методом

најмањих квадрата. Коришћена је функција облика:

$$Y = a_0 + a_1 * X$$

где су:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \cdot \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

У низу 1951-1996 година, добијене су серије од 37 чланова десетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха, 27 чланова двадесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха и 17 чланова тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха.

Анализа линеарних трендова сукцесивних низова метеоролошких параметара примењен је у раду Груза Г. (1994) и Јовановић О. (1996).

РЕЗУЛТАТИ

Добијене вредности клизних десетогодиш-њих, двадесетогодишњих и тридесетогод-ишњих трендова средње годишње температуре ваздуха чине низове од 37 односно 27 и 17 вредности. Анализа добијених резултата дата је у Табели 1 за десетогодишње трендове и у Табели 2. за тридесетогодишње трендове.
Вредности трендова дате су у степенима целзијусовим на 10 година. У табелама су коришћене следеће ознаке:

- *Max* ▪ максимална вредност тренда
- *god* ▪ почетна година периода (10 или 30)
- *min* ▪ минимална вредност тренда
- *god* ▪ почетна година периода (10 или 30)
- *Xs* ▪ средња вредност тренда
- *σ* ▪ стандардна девијација

Максимални десетогодишњи тренд средње годишње температуре ваздуха је на целом анализираном подручју, са изузетком Подгорице, у периоду 1985-1994.год. Вредности максималних десетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су у интрвалу од 1,0°C/10 година до 2,1°C/10 година. Максимална вредност десетогодишњег тренда средње годишње температуре ваздуха (2,1°C/10 година) забележена је на подручју Сомбора, Кикинде и Зрењанина.

Највеће негативне вредности десетогодиш-њег тренда средње годишње температуре ваздуха нису забележен у истом периоду. На анализираном подручју највеће негативне вредности десетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су у периодима 1951-1960 (на 13 станица) у периоду 1960-1969 (1 станица), у периоду 1961-1969 (1 станица), у периоду 1967-1976 (5 станица), у периоду 1971-1980 (6 станица).

Вредности највећих негативних десетогод-ишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су у интрвалу од -0,6°C / 10 година (Ваљево и Лозница) до -1,1°C/10 година. Највећа негативна вредност десетогодишњег тренда средње годишње температуре ваздуха (-1,1°C/10 година) забележена је на подручју Никшића, Крушевца и Лесковца.

Вредности средњих десетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су у интрвалу од -0,06°C/10 г. (Лесковац) до 0,21°C/10 г. (Нови Сад, Палић и Лозница).
Опсег стандардне девијација десетогодиш-њих трендова средње годишње темпе-ратуре ваздухе је од 0.46°C у Димитровграду до 0.7°C у Лесковцу и Неготину.

Максимални тридесетогодишњи тренд средње годишње температуре ваздуха је на већини станица (20) у периоду 1967-1996.г, на осталих седам период је 1965-1994. Вредности максималних тридесетогодиш-њих трендова средње годишње температуре ваздуха су у интрвалу од 0,0°C/10 година до 0,3°C/10 година.

Највећи негативан тридесетогодишњи тренд средње годишње температуре ваздуха забележен је на 16 станица у периоду 1951-1980, а на 11 станица у периоду 1957-1986. Вредности највећих негативних тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су у интрвалу од -0,5°C/10 г. (Лесковац) до -0,1°C/10 година (Нови Сад).

Вредности средњих тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха су позитивне на 6 станица (Београд, Лозница, Нови Сад, Палић, Сомбор, Зрењанин, Златибор) у интрвалу од 0,01°C/10 г. (Златибор) до 0,09°C/10 г. (Палић). У Зрењанину и Улцињу средња вредност тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха је 0°C/10 г., на осталих 19 станица средња вредност тренда је негативна, до -0,28°C/10 г. у Лесковцу.

Табела 1. Екстремне, средње вредности и стандарна девијација десетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха у периоду 1951-1996.

	Max	god	Min	god	Xs	σ
Beograd	0.3	*1967*	-0.2	*1957*	0.04	0.14
Ćuprija	0.1	*1967*	-0.4	*1951*	-0.14	0.14
Dimirovgrad	0.0	*1967*	-0.3	*1951*	-0.19	0.12
Kikinda	0.2	*1965*	-0.2	*1957*	-0.01	0.12
Kraljevo	0.1	*1967*	-0.2	*1957*	-0.06	0.09
Kragujevac	0.2	*1967*	-0.2	*1951*	-0.03	0.12
Kruševac	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.07	0.12
Leskovac	0.1	*1967*	-0.5	*1957*	-0.28	0.19
Loznica	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	0.02	0.13
Negotin	0.3	*1967*	-0.3	*1957*	-0.02	0.20
Nikšić	0.3	*1965*	-0.2	*1951*	-0.03	0.17
Niš	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.10	0.14
Novi Sad	0.2	*1965*	-0.1	*1957*	0.04	0.12
Palić	0.3	*1965*	-0.2	*1951*	0.09	0.16
Peć	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	-0.07	0.14
Podgorica	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	-0.02	0.18
Požega	0.1	*1967*	-0.2	*1957*	-0.06	0.09
Priština	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.12	0.14
Sjenica	0.3	*1967*	-0.4	*1951*	-0.01	0.19
S. Palanka	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	-0.03	0.18
Sombor	0.2	*1965*	-0.2	*1951*	0.03	0.15
Ulcinj	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	0.00	0.19
Valjevo	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	-0.01	0.15
Vranje	0.1	*1967*	-0.3	*1957*	-0.16	0.12
Vršac	0.1	*1965*	-0.3	*1951*	-0.03	0.10
Zlatibor	0.3	*1965*	-0.3	*1951*	0.01	0.18
Zrenjanin	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	0.00	0.16

Табела 2. Екстремне, средње вредности и стандарна девијација тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха у периоду 1951-1996.

	Max	god	Min	god	Xs	σ
Beograd	0.3	*1967*	-0.2	*1957*	0.04	0.14
Ćuprija	0.1	*1967*	-0.4	*1951*	-0.14	0.14
Dimirovgrad	0.0	*1967*	-0.3	*1951*	-0.19	0.12
Kikinda	0.2	*1965*	-0.2	*1957*	-0.01	0.12
Kraljevo	0.1	*1967*	-0.2	*1957*	-0.06	0.09
Kragujevac	0.2	*1967*	-0.2	*1951*	-0.03	0.12
Kruševac	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.07	0.12
Leskovac	0.1	*1967*	-0.5	*1957*	-0.28	0.19
Loznica	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	0.02	0.13
Negotin	0.3	*1967*	-0.3	*1957*	-0.02	0.20
Nikšić	0.3	*1965*	-0.2	*1951*	-0.03	0.17
Niš	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.10	0.14
Novi Sad	0.2	*1965*	-0.1	*1957*	0.04	0.12
Palić	0.3	*1965*	-0.2	*1951*	0.09	0.16
Peć	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	-0.07	0.14
Podgorica	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	-0.02	0.18
Požega	0.1	*1967*	-0.2	*1957*	-0.06	0.09
Priština	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	-0.12	0.14
Sjenica	0.3	*1967*	-0.4	*1951*	-0.01	0.19
S. Palanka	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	-0.03	0.18
Sombor	0.2	*1965*	-0.2	*1951*	0.03	0.15
Ulcinj	0.3	*1967*	-0.3	*1951*	0.00	0.19
Valjevo	0.2	*1967*	-0.2	*1957*	-0.01	0.15
Vranje	0.1	*1967*	-0.3	*1957*	-0.16	0.12
Vršac	0.1	*1965*	-0.3	*1951*	-0.03	0.10
Zlatibor	0.3	*1965*	-0.3	*1951*	0.01	0.18
Zrenjanin	0.2	*1967*	-0.3	*1951*	0.00	0.16

Опсег стандардне девијација десетогодиш-њих трендова средње годишње температуре ваздухе је од 0,09°C у Краљеву и Пожеги до 0,20°C у Неготину.

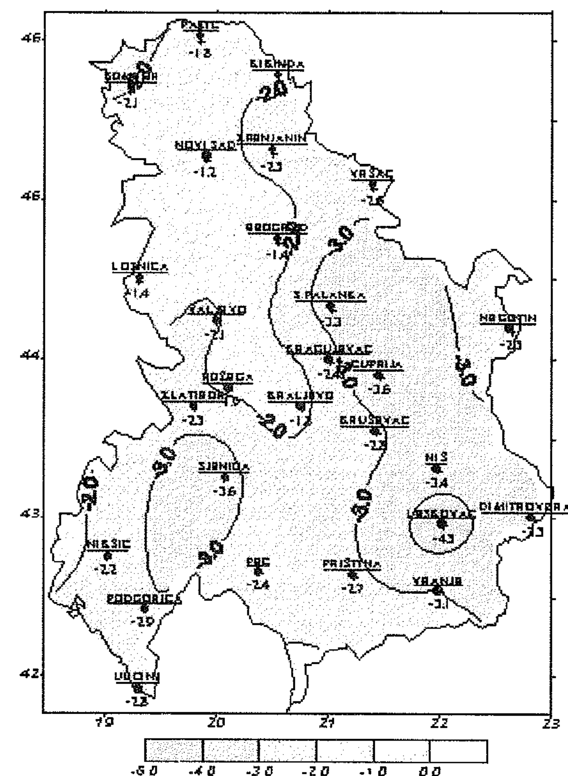
Анализа вредности тренда средње годишње температуре ваздуха показује да вредност тренда зависи од дужине коришћеног низа, (20, 30 година), од конкретног периода (1951-80 или 1961-90) и подручја.

Тридесетогодишњи низови података сматрају се нормалним вредностима за било које подручје. У пракси се користе просечне тридестогодишње вредности низова 1951-1980 или 1961-1990. Од 27 анализираних станица, 21 станица има већу средњу годишњу температуру ваздуха у периоду 1951-80 у односу на период 1961-1990. Највећа разлика између просечних тридесетогодишњих вредности средње годишње температуре ваздуха је на станици Лесковац, за +0,3°C је топлији период 1951-1980, док су на шест станица (Београд, Палић, Нови Сад, Ваљево, Неготин и Улцињ) разлике мале до -0.1°C, тј. топлији је период 1961-1990. Тренд средње годишње температуре ваздуха за свих 17 анализираних тридесетогодишњих низова средње годишње температуре ваздуха има највећу негативну вредност у периоду 1951-1980, на 16 станица на подручју СР Југославије.

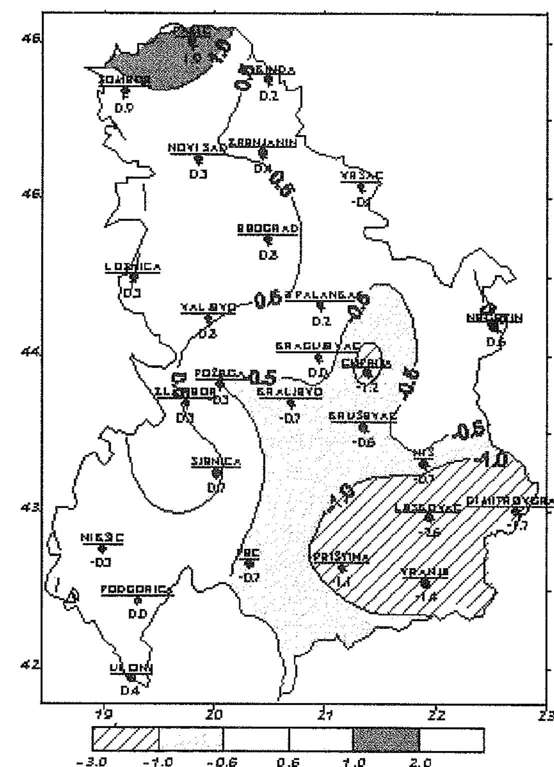
На сликама 1 и 2 приказана је просторна расподела тренда средњих годишњих температура ваздуха у периоду 1951-1980 (Сл.1.) и у периоду 1961-1990. (Сл.2.).

Вредност тренда средњих годишњих температура ваздуха, у периоду 1951-1980, је подручју целе СР Југославије негативна. Највећа негативна вредност тренда средњих годишњих температура ваздуха, у периоду 1951-1980, је у Лесковцу -4,5°C на 100 година. Вредности тренда средњих годишњих температура ваздуха преко -3,0°C на 100 година, су у области Велике и Јужне Мораве и у Сјеници.

Просторна расподела и вредности тренда средњих годишњих температура ваздуха, у периоду 1961-1990, на подручју СР Југославије су веома различите. На северозападу земље, вредности тренда су позитивна до +1,9°C на 100 година, у Палићу. На југоистоку земље, вредности тренда су негативне до -2,6°C на 100 година, у Лесковцу, (Сл.2).



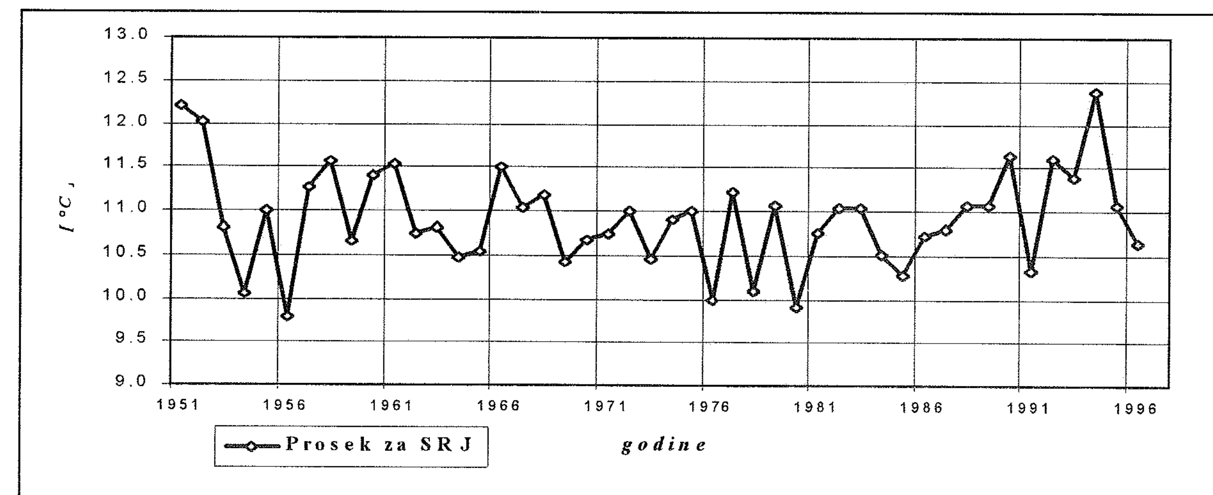
Слика 1. Расподела тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха, период 1951-1980, у °C на 100 година, на подручју СР Југославије.



Слика 2. Расподела тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха, период 1961-1990, у °C на 100 година, на подручју СР Југославије.

На слици 3 је приказана просечна средња годишња температура ваздуха на подручЈу СР Југославије, у периоду 1951-1996. година. Најхладнија година била је 1956, са просечном температуром ваздуха 9,8°C, а најтоплија 1994. са просечном температуром ваздуха 12,4°C. Просторни средњак температуре ваздуха у периоду 1951-1980, је 10,9°C, у периоду 1961-1990, је за 0,1°C нижи и износи 10,8°C.

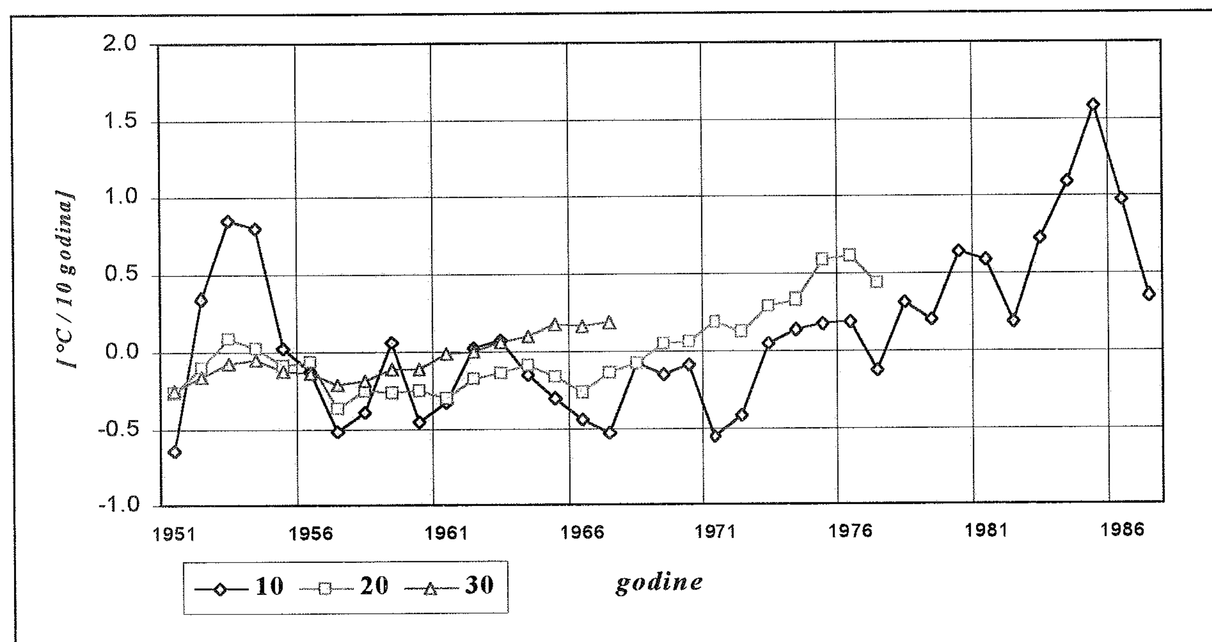
Просторно осредњени десетогодишњи, двадесетогодишњи и тридесетогодишњи трендови средње годишње температуре ваздуха за територију СР Југославије, период 1951-1996, приказани су на Слици 4. Обележја 10, 20 и 30 одговарају низовима десетогодишњих, двадесетогодишњих и тридесетогодишњих трендова средње годишње температуре ваздуха за територију СР Југославије.



Слика 3 Просечне средње годишње температуре ваздуха за територију СР Југославије, период 1951-1996

Просторно осредњени десетогодишњи тренд има минималну вредност у периоду 1951-1960, -0,65°C/10 година, а највећу вредност у периоду 1985-1996, 1,59°C на 10 година.

Просторно осредњени двадесетогодишњи и тридесетогодишњи трендови имају од почетних низова 1951-1970, односно 1951-1980, вредности у порасту за све наредне периоде, закључно са периодима 1977-1996, за двадесетогодишње низове и 1967-1996 за тридесетогодишње низове.



Слика 4 Просторно осредњени десетогодишњи, двадесетогодишњи и тридесетогодишњи трендови средње годишње температуре ваздуха за територију СР Југославије, период 1951-1996, (линије на слици 2. обележене 10, 20 и 30), у °C на 10 година.

ЗАКЉУЧАК

Максимална вредност десетогодишњег тренда средње годишње температуре ваздуха (2,1°C/10 година) забележена је на подручју Сомбора, Кикинде и Зрењанина.

Од 27 анализираних станица, 21 станица има већу средњу годишњу температуру ваздуха у периоду 1951-80 у односу на период 1961-1990. Највећа разлика између просечних тридесетогодишњих вредности средње годишње температуре ваздуха је на станици Лесковац, 0,3°C је топлији период 1951-1980, док су на шест станица (Београд, Палић, Нови Сад, Ваљево, Неготин и Улцињ) разлике мале до -0.1°C, тј. топлији је период 1961-1990. Тренд средње годишње температуре ваздуха за свих 17 тридесетогодишњих низова средње годишње температуре ваздуха има највећу негативну вредност у периоду 1951-1980, на 16 станица на подручју СР Југославије.

Просторно осредњени двадесетогодишњи и тридесетогодишњи трендови имају од почетних низова 1951-1970, односно 1951-1980, вредности у порасту за све наредне периоде, закључно са периодима 1977-1996, за двадесетогодишње низове и 1967-1996 за тридесетогодишње низове.

Просторно временска променљивост тренда средње годишње температуре ваздуха на подручју СР Југославије је велика, за тридесетогодишње низове од
-5°C до +3°C на 100 година.

Максимални тридесетогодишњи тренд средње годишње температуре ваздуха је на већини станица (20 од анализираних 27) у периоду 1967-1996.г. Године након 1980. и ране деведесете (које су обухваћене овим периодом) су и на подручју северне хемисфе и на подручју планете Земље регистроване као екстремно топле (Виников 1994).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Vinnikov K. Ya. at all* (1994): Global and hemispheric temperature anomalies from instrumental surface air temperature records, Trends '93, a compendium of data on global change, Corbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge, Tennessee, pp 616-628

2. *Gruza G. V.* (1994): Observed and Expected Climate Change in Europe and its Potential Impacts, *WCIPR Regional Association VI*, Oslo

3. *Thune* W. (1996): The urban heat island effect as a factor of global heating, International confference on urban climatology, Essen, Germany, pp 48

4. *Boryczka J.* (1995) The tendency of natural changes of the earth's climate identification of its causes, Proceedings of the international conference on climate dynamics and the global change perspective, Cracow, pp 293-299

5. Jovanovi} O., Popovi} T., 1996: Analysis of Total Annual Precipitation Trends in Belgrade (1888-1994), 17th International Conference on Carpathian Meteorology, pp. 143-146, Visegrad, Hungary

АУТОМАТИЗАЦИЈА МЕТЕОРОЛОШКИХ ОСМАТРАЊА

Милан М. Булатовић,
Савезна управа за контролу летења,
Др. Ивана Рибара 91,
11070 Београд, Југославија

Abstract
Automation of meteorological observation by implementation PC in logging observed data.

Абстракт
Аутоматизација метеоролошких осматрања увођењем ПЦ-а за вођење дневника ГМСт, обраду и предају осмотрених података.

Увод

Познато је да метеорологија и као наука и као делатност зависи од осматрања, одн. мерења и то далеко више него нека друга научна област или друштвена делатност. Ослањање на осматрања захтева да осматрања буду редовна, а осмотрени подаци тачни и поуздани. Да би се ово остварило потребно је да се на метеоролошкој осматрачкој станици располаже са прецизним и поузданим инструментима (по могућности електронским), да се инструменти (који подлежу баждарењу) редовно баждаре, да осматрања врше стручно оспособљени осматрачи, који треба да обављају свој посао крајње одговорно, да се осматрања редовно и тачно бележе у дневнике осматрања и на крају да се редовно раде и предају договорени извештаји (SYNOP, METAR, ...). Не испуњавање наведених услова доводи до тога да при статистичким обрадама, или при другим применама осмотрених величина, уносимо погрешне или у најмању руку сумњиве податке, а самим тим на излазу добијамо нетачне или сумњиве податке у мери колико су нетачни унети подаци

Недостаци постојећег система осматрања

Данас, на метеоролошким станицама, код нас у Југославији, углавном, располажемо са технолошки застарелим инструментима, који немају могућност мерења и управљања на даљину, изузев анемометара, али и они су претежно електро-механички. Основни недостатак оваквих инструмената је немогућност њиховог увезивања у аутоматске метеоролошке системе.

Да би се постигла тачност мерења врши се периодично баждарење инструмената. За већину инструмената то баждарење се своди на израду корекционих табела или графикона за које се ПРЕДПОСТАВЉА да ће бити коришћени приликом вршења осматра у смислу кориговања грешака осматрања. Проблем баждарења и његове примене је још израженији у случају аутоматских метеоролошких система. По нашим прописима, и у случају аутоматских метеоролошких система, сензори за мерење одговарајућих метеоролошких елемената су, такође, подложни баждарењу. Проблем је следећи: Имамо аутоматски систем који, како му већ само име говори, аутоматски врши мерење метеоролошких елемената и даје њихов приказ на мониторима на местима корисника. Међутим, корисник мора "ручно" да изврши корекцију приказаних података, посебно за сваки баждарени сензор. На овај начин је доведена у питање цела аутоматика осматрања.

За архивирање осмотрених података користе се дневници ГМСт (Главне Метеоролошке Станице), који су уведени далеких педесетих година и од тада нису доживели неке значајније промене у смислу прилагођавања ново-насталим условима и новим технологијама. Најчешћи начин вођења ових дневника је следећи: У дневник се ручно уносе текући подаци од стране сменског осматрача и при томе, узимајући у обзир колико је потребно да се унесе података, може се само нагађати колико се унесе грешака. На крају месеца, на савесним и уредним станицама, врши се преписивање "радног" дневника у дневник који ће бити послат у

СХМЗ на обраду. Тешко је и предпоставити колико се на овај начин унесе нових, додатних, грешака, јер у том смислу никада нису вршене неке озбиљније анализе.

Приликом разматрања свих ових фактора, који доприносе стварању нетачних података, треба узети у обзир да и коришћење разних табела за свођења, конверзије и сл., које служе за прерачунавања осмотрених метеоролошких елемената, такође представља потенцијални извор грешака.

Предлог решења проблема

Да би се напред наведени проблеми решили, уз минимално могућа улагања, потребно је изградити такав софтверски пакет који би задовољио следеће захтеве:

- Да ради на јевтиним и опште прихваћеним платформама. Таква платформа, у нашој земљи, је свакако PC који поседује најмање следеће карактеристике:
  - Процесор 80486
  - RAM 16 MB
  - HD 200 MB
  - Оперативни систем Windows 95.

  Свака боља конфигурација, од наведене, омогућиће удобнији рад апликативног софтвера, нарочито у пољу графике. Цена овакве једне платформе сигурно не прелази цену једног живиног барометра.
- Да омогући једноставан и лак унос "сирових" осмотрених података.
- Да врши обраду и дораду свих "сирових" података, нпр. израчунавање температуре тачке росе или QFE притиска. При обради ових података апликација мора сама, аутоматски, да врши корекције података у односу на листе баждарења.
- Да врши верификацију података на више нивоа: основну верификацију при уносу података од стране осматрача, касније приликом обраде података и коначно непосредно пре уноса у базу података.
- Да је максимално прилагодљива кориснику, тј. да је могуће, без софтверских захвата, мењати све параметре који дефинишу апликацију и њен рад, нпр. тип метеоролошке станице, име и бројну ознаку станице, надморску висину станице и барометра, висину прагова ПСС, оријентацију ПСС итд.
- Да може да ради без употребе електронских сензора, тј. да само врши функцију архивирања и верификације ручно унетих података, формирање потребних извештаја и њихово пребацивање у унапред одређену базу у републичком или савезном хидрометеоролошком заводу.
- Да има могућност лаког и једноставног прикључивања сензора, без додатних захвата у софтверу, ради аутоматског осматрања оних метеоролошких елемената за које, данас у свету, постоје развијени сензори. На тај начин апликација треба да из свог почетног стања, које се може дефинисати као "Аутоматски метеоролошки дневник", постепеним додавањем електронских сензора пређе у крајње стање, које можемо дефинисати као "Аутоматски метеоролошки систем".

МСт98

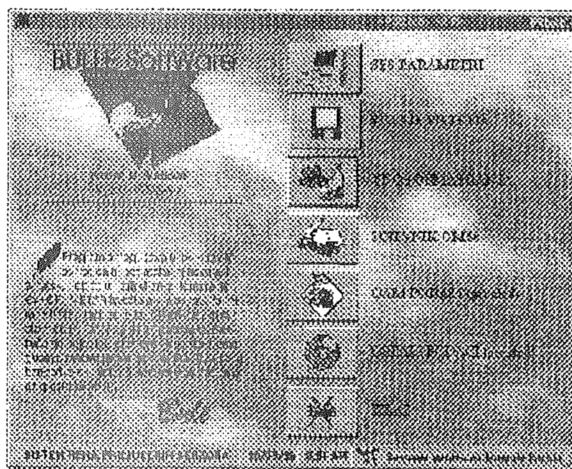
Пошто сам дуго година радио на аеродрому као прогностичар и како ми је посао био тесно наслоњен на актуелно осмотрене податке, био сам у могућности да сагледам све проблеме око осматрања метеоролошких података. Задњих неколико година радим у Оделењу за план и развој што ми је омогућило да упознам разне аутоматске метеоролошке системе. Имао сам част да учествујем у изради једног аеродромског метеоролошког система за коју сам урадио оперативне захтеве и алгоритам за процену RVR-а. На основу ових искустава, а сагледавајући недостатке решења постојећих аутоматских система осматрања, па и оних које само претендују да то буду, дошао сам до сазнања да се реч "аутоматски" готово код сви метеоролошких система односи искључиво на електронске сензоре и обједињен приказ мерења на монитору PC-а. На тај начин се сужава појам аутоматског метеоролошког система. Аутоматски метеоролошки систем не чини, превасходно хардвер, тј. електронски сензори, рачунар и линије за повезивање. Аутоматски систем, пре свега, дефинише софтвер и он је тај који одређује како ће гомила сензора и електронике бити међусобно увезана и шта ће тако увезана представљати. Овако измењено схватање аутоматских система помера потенцију са хардвера на софтвер. Ако тако посматрамо ствари онда можемо направити аутоматски систем без иједног електронског сензора. Наравно, ствари не могу толико поједноставити. На

данашњем нивоу технологије неопходни су и електронски сензори. Међутим, овако схваћен аутоматски систем омогућава нам да имамо велику аутоматизацију метеоролошких осматрања уз употребу класичних сензора, а да виши или потпуни степен аутоматизације можемо постићи каснијим додавањем појединачних сензора.

Узимајући све предходно у обзир, кренуо сам у израду софтвера који би највећим делом материјализовао наведена разматрања. Софтвер је добио име МСт98. Са конкретном реализацијом сам кренуо крајем 1996. год.

МСт98 може да ради без иједног прикљученог сензора и тада ради у тзв. моду "Аутоматски метеоролошки дневник". Каснијим додавањем појединих сензора и њиховом заменом за ручно уношење осмотрених података, он се по својој функцији све више удаљава од дефиниције "Аутоматског метеоролошког дневника", а све више приближава дефиницији "Аутоматске метеоролошке станице", одн. пуном аутоматском метеоролошком систему.

У основној изведби систем МСт98 чини: PC, Windows 95 (или NT) оперативни систем, апликација МСт98 и модем. У пуној изведби систем чини: ПЦ, НТ оперативни систем (евентуално Win95), МСт98 апликација, модем, аквизициони блок, електронски сензори. Обе изведбе система је могуће увезати у мрежу.



Слика 1

Основни опис апликације МСт98

.Пошто је простор за овај чланак веома ограничен, приказ апликације за аутоматизацију метеоролошких осматрања је дат само у генералним цртама да би се тек могао стећи увид у њен рад и њене могућност.

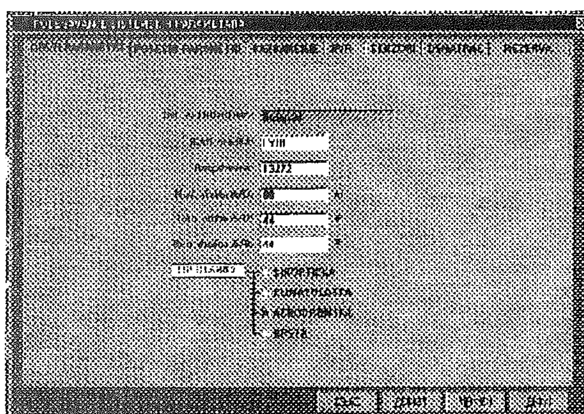
Шире упознавање апликације могуће је једино приликом демонстрације њеног рада.

У основи МСт98 представљају следећи екрани (слика 1):

- Системски параметри,
- Стање система,
- Унос осматрања,
- Дневник ГМСт,
- QAM подаци, и
- Остали подаци.

Системски параметри (слика 2). У оквиру овог екрана дата је могућност дефинисања свих параметара апликације. Параметри су подељени у следеће групе:

- Општи параметри,
- Посебни параметри,
- Баждарење,
- RVR,
- Сензори, и
- Осматрач.



Слика 2

Општи и *посебни* параметри дефинишу основне функције апликације, као и основне податке о конкретној метеоролошкој станици.

Групу параметара под називом *баждарење* чине параметри који се уносе са табела баждарења добијених приликом баждарења одређеног сензора у лабораторији СХМЗ-а (слика 3). Параметри баждарења се уносе у посебан образац посебно за сваки баждарени сензор. Ове параметре апликација користи у једном интерполационом полиному, који служи за корекцију осмотрених података од стране осматрача или података добијених са аутоматских сензора.

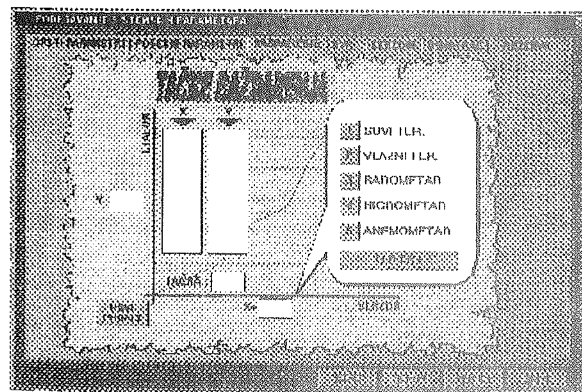
Групу параметара под именом *RVR* чине параметри који се користе у израчунавању, тачније процени RVR-а. Те параметре углавном представљају подаци о трансмисометрима мерачима позадинског светла, подаци са изокандедних дијаграма ивичних и централних светала ПСС и др.

У групи *сензори* дати су параметри о сензорима. Ови параметри дају основне податке о прикљученом сензору. Затим, ти параметри дају податке о томе да ли је сензор прикључен у систем, ако јесте да ли је постављен на аутоматски унос измерених вредности. Овај задњи параметар служи у случајевима када користимо сензоре који нису електронски и не могу систему аутоматски да предају податке, али систем за своја израчунавања користи податке о тим сензорима. Типичан пример је барометар.

Групу параметара под именом *Осматрач* чине параметри који представљају податке о осматрачима који врше метеоролошка осматрања на станици.

Стање система. Овај екран пружа потпуни увид у стање система (апликација, прикључени сензори, оперативни систем и др.). У оквиру овог екрана једино је могуће стећи увид у стање система, али не и вршење измена на систему.

Унос осматрања (слика 4). Гледано са позиције осматрача, ово је најважнији екран и у коришћењу апликације он ће заузимати преко 90% рада апликације.

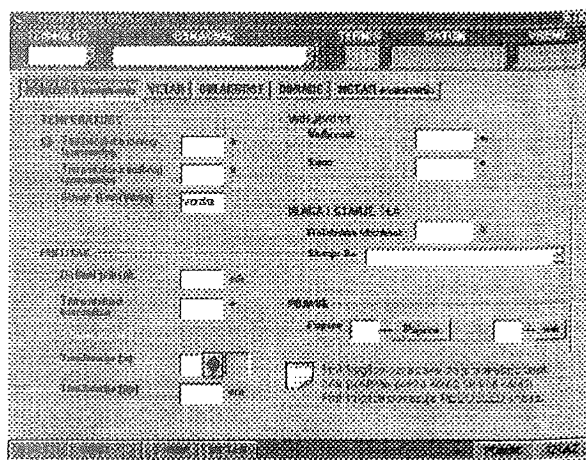


Слика 3

У оквиру овог екрана врши се унос метеоролошких осматрања. У почетној фази унос је искључиво ручни, а прикључењем појединих сензора ручни унос се смањује на најмању могућу меру.

Екран омогућава унос свих метеоролошких елемената, који се данас уносе у Дневник ГМСт, и још неких додатних, који су везани за ваздухопловна метеоролошка осматрања. Посебно је решен проблем уношења облачности коришћењем задњег издања "атласа облака".

У оквиру овог дела програма врши се верификација података на два нивоа. Прво, приликом непосредног уноса података од стране осматрача, и други пут приликом смештања података у базу. У првом случају врши се основна контрола података на бази могућих вредности, а у другом случају контрола се врши на основу међусобних поређења различитих података и њихове искључивости или повезаности. Нпр. ако је податак о садашњем времену сумаглица или магла, онда се он не слаже са податком о видљивости 10 км, или са брзином ветра, рецимо 10 м/сец. Сваки такав податак биће враћен осматрачу на исправку. Осматрач сад може да исправи вредност било којег од датих метеоролошких елемената и на тај начин разреши неусаглашеност..



Слика 4

Поред уноса осматрања и верификације унетих података у овом делу апликације се врши и формирање шифрованих извештаја типа SYNOP и METAR, као и њихов трансфер путем модема на назначену адресу. Извештаје формира сама апликација на основу унапред задате методологије, а осматрачу се даје само на увид и евентуалне поправке.

Дневник ГМСт (слика 5). У оквиру овог екрана имамо могућност избора између две врсте облика дневника: Први облик је ново предложена верзија дневника, која је прилагођена овом програму, а и могућностима исписа на постојећим штампачима, док је други облик урађен тачно према постојећем дневнику.

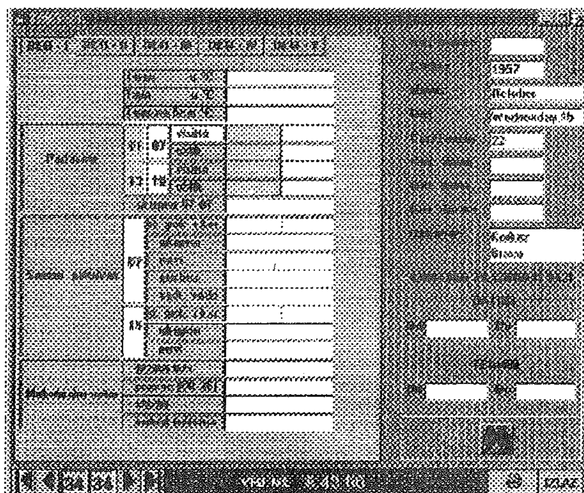
Овај екран нам даје могућност прегледа унетих података, али не и могућност за њихову измену. Подаци могу на се претражују и филтрирају на више начина.

Из овог екрана се, према потреби, врши штампање осмотрених података, тј. појединачних термина осматрања, 24 часовног осматрања (једна страна дневника), или целог дневника, односно осматрања за цео месец.

***QAM** подаци.* Ово су подаци који се односе искључиво на ваздухопловна метеоролошка осматрања. Приказ ових података је прилагођен потреба непосредног метеоролошког обезбеђења летења. Тренутно у Југослвији имамо две аутоматске метеоролошке станице (система) који се баве искључиво осматрањем и приказом овог типа података.

Приказ QAM података је могуће вршити помоћу два екрана, први екран даје приказ укупног стања на аеродрому (RVR, висина базе облака, смер и брзина ветра, и др.), док други екран приказује стање релевантних метеоролошких елемената и осталих параметара везаних непосредно за изабрани праг ПСС (обично онај који се користи за полетање/слетање).

Остали подаци. Овај екран служи за приказ података који тематски нису могли да се сврстају у неки од предходних екрана, а њихово познавање може имати неког значаја за осматрача.



Слика 5

АУТОМАТИЗОВАНА МЕТЕОРОЛОШКА ОСМАТРАЊА НА АЕРОДРОМИМА

Милан Т. Костић, дипл. мет.
Савезна управа за контролу летења, Др. Ивана Рибара 91, 11070 Нови Београд

Abstract

Meteorological observations at the aerodromes are in air navigation safety function. That 's why it is much more demanded for measured data to be accurate, representative, continuos and reliable, than for other types of meteorological observations. In order to satisfy these demands automated weather stations are installed at the aerodromes more and more. Complexity of the configuration of such stations isthe consequence of the location and specific meteorological parameters that are measured or evaluated. In this work are described demands for projection and installation of automated weather stations at the aerodromes and, as an example, automated weather station at aerodrome Beograd is described.

Апстракт

Метеоролошка осматрања на аеродромима у функцији су безбедности ваздушног саобраћаја. Због тога су захтеви да измерени метеоролошки подаци буду тачни, репрезентативни, непрекидни и поуздани већи него код осталих врста метеоролошких осматрања. Да би се ови захтеви задовољили, све више се на аеродромима инсталирају аутоматске метеоролошке станице. Сложеност конфигурације оваквих станица последица је локације и врсте метеоролошких параметара који се мере или процењују. У раду су описани захтеви који се постављају при пројектовању и инсталирању аутоматске метеоролошке станице на аеродрому и, као пример, описана је аутоматска метеоролошка станица на аеродрому Београд.

Захтеви за метеоролошким осматрањима на аеродромима

Метеоролошки услови су одувек утицали на све фазе лета ваздухоплова. Развој технологије израде и опремање ваздухоплова савременом навигационом опремом умањио је њихову осетљивост на неке од метеоролошких фактора и омогућио летење у много сложенијим метеоролошким условима. Међутим, утицај метеоролошких фактора и даље је остао значајан елемент безбедности ваздушног саобраћаја, и њему се у ваздухопловству придаје велика пажња. Квалитетним и потпуним метеоролошким обезбеђењем ваздушног саобраћаја значајно се доприноси његовој безбедности и економичности.

Утицај метеоролошких фактора на лет ваздухоплова различит је у различитим фазама лета. Током полетања и слетања значајни су: видљивост, облачност, ветар, температура ваздуха, атмосферски притисак, турбуленција и залеђивање. При лету на рути потребно је располагати подацима о: температури ваздуха, ветру, облачним системима, турбуленцији и залеђивању. У овом раду ћемо разматрати проблем метеоролошких осматрања на аеродромима, којима се обезбеђују метеоролошки подаци потребни за полетање и слетање.

Врсте метеоролошких осматрања на аеродромима

На свим аеродромима отвореним за јавни ваздушни саобраћај формиране су метеоролошке станице на којима се врше метеоролошка осматрања. На овим аеродромима врше се редовна и специјална ваздухопловна метеоролошка осматрања. Зависно од потреба и установљене праксе, на појединим аеродромима се врше и синоптичка и климатолошка осматрања и ове станице су укључене у мрежу главних метеоролошких станица.

Обим и врста ваздухопловних метеоролошких осматрања зависи од категорије аеродрома

(CAT). Наиме, аеродроми се према својој оспособљености за полетање и слетање деле на аеродроме категорије I, II и III. У оквиру CAT III постоји подела на IIIa, IIIb и IIIc. Категоријом аеродрома одређена је вредност метеоролошких минимума при којима је могуће и/или дозвољено полетање и слетање ваздухоплова. У погледу метеоролошких елемената, категорија одређује минималне вредности метеоролошке видљивости или видљивосту дуж полетно-слетне стазе, висине базе облака или вертикалне видљивости и максималне вредности брзине ветра, при којима је, за одређени тип ваздухоплова, дозвољено полетање и слетање. На основу ових захтева, али и потреба израде анализе и прогнозе времена, ваздухопловна осматрања обухватају осматрања: температуре и влажности ваздуха, атмосферског притиска, смера и брзине ветра, метеоролошке видљивости и висине базе облака. Међутим, за потребе CAT II и CAT III, обавезно се врши и одређивање видљивости дуж полетно-слетне стазе (RVR).

За потребе синоптичких и климатолошких осматрања, тамо где се она врше, осматрања су проширена у складу са техничким регулативама Светске метеоролошке организације (WMO).

Захтеви за метеоролошким осматрањима на аеродромима

Основи захтеви за метеоролошким осматрањима на аеродромима, који треба да буду испуњени приликом метеоролошког обезбеђења ваздушног саобраћаја, су:
- тачност,
- репрезентативност,
- непрекидност и
- поузданост.

Тачност се остварује инсталирањем сензора за мерење одговарајућих метеоролошких параметара у складу са критеријумима прописаним од стране Светске метеоролошке организације и Међународне организације за цивилну ваздушну пловидбу (ICAO).

Репрезентативност се настоји постићи инсталирањем сензора у зони аеродрома на локацијама репрезентативним за операције полетања и слетања.

Непрекидност подразумева да ваздухопловни корисници у сваком тренутку располажу са потребним подацима за извршење операција полетања и/или слетања. Овај захтев се задовољава инсталирањем аутоматизованих метеоролошких система који имају максимално могућу резерву у свим значајним елементима конфигурације.

Поузданост аутоматских метеоролошких станица подразумева најдуже могуће време између два квара, али и што је могуће краће време за отклањање кварова. Због тога се захтева уградња и коришћење квалитетне професионалне опреме, најчешће од афирмисаних и поузданих произвођача. Такође, потребно је обезбедити високо обучено техничко особље и детаљну техничку документацију, што ће омогућити ефикасно одржавање.

Обрада измерених података

Корисници ваздухопловних метеоролошких информација су бројни и различити. Условно, они се деле на кориснике у оквиру аеродрома: посаде ваздухоплова, контрола летења, аеродромско предузеће и други и кориснике изван аеродрома (посаде ваздухоплова у лету и корисници на другим аеродромима). Информације се достављају у различитим облицима, али се увек тежи да информација буде у облику у коме ће је корисник непосредно користити, са минималмим ангажовањем. Тиме се доприноси да се ваздухопловни корисници максимално посвете основном послу (извршење лета, вођење ваздухоплова, одржавање маневарских и других површина на аеродрому итд.) У циљу задовољења ових тежњи, захтева се врло висок степен рачунарске обраде осмотрених података, тако да корисник добија "готову" информацију. То, опет, подразумева доста сложене софтверске пакете који ће подржавати захтеване функције система.

Обрада измерених података обухвата њихову логичку контролу, израчунавање потребних изведених величина, израду одговарајућих шифрованих извештаја, приказ потребних информација у захтеваном облику, дисиминацију информација у оквиру и изван аеродрома, алармне функције система (обухватајући и нарушавања техничког стања система) и друго.

Дистрибуција метеоролошких информација

Дужина полетно-слетних стаза је обично између 2.000 м и 3.000 м. Имајући у виду да се сензори за мерење метеоролошких параметара значајних за ваздушни саобраћај инсталирају бочно од и у продужетку полетно-слетних стаза, потребно је обезбедити енергетску и сигналну кабловску инсталацију које ће омогућити рад сензора и пренос измерених

вредности до јединице за обраду података. Надаље, информације о метеоролошким условима треба дистрибуирати до бројних корисника на аеродрому. Наиме, информације о метеоролошким параметрима значајним за операције полетања и слетања (приземни ветар, видљивост, видљивост дуж полетно-слетне стазе - RVR и висина базе облака/вертикална видљивост) морају електронским путем бити стављени на располагање контроли летења, истовремено и на исти начин како су приказани у метеоролошкој служби.
Аутоматизована израда ваздухопловних и других метеоролошких извештаја подразумева и њихиву дисиминацију до националног телекомуникационог центра изван аеродрома, како би извештаји о времену били на располагању у међународној размени.

Дистрибуција метеоролошких информација добијених аутоматском метеоролошком станицом захтева, дакле, испуњење одговарајућих техничких услова. То, у великој мери, инсталирање аутоматизованог метеоролошког система на аеродрому чини сложеним и захтева врло обимне и скупе припремне радове.

Аутоматска метеоролошка станица на аеродрому Београд

У оквиру подизања категорије на аеродрому Београд на CAT II, током 1997. године, Савезна управа за контролу летења, као орган надлежан за послове метеоролошког обезбеђења ваздушног саобраћаја на аеродромима, набавила је и инсталирала систем за аутоматизована метеоролошка осматрања. Описом инсталираног система показаћемо како су испуњени захтеви и препоруке дефинисани у досадашњем излагању.

На слици је шематски приказана конфигурација система. Систем садржи:
1. сензоре,
2. јединицу за прикупљање података,
3. радне станице,
4. удаљене терминале и
5. осталу опрему.

1. Сензори

<u>Трансмисометар</u> - Инсталирана су три уређаја типа SKOPOGRAPH FLAMINGO на следећим локацијама: обе зоне додира при слетању (TDZ), 300 м од прага полетно-слетне стазе (ПСС), и на средини ПСС, око 120 м бочно од осе ПСС. Уређаји имају базну линију 50 м (растојање између предајника и пријемника светлосног снопа), што омогућава одређивање видљивости дуж ПСС (RVR - Runway Visual Range) у интервалу од 33,3 м до 2.000 м. Уређајем се мери транзитивност атмосфере (MOR - Meteorological Optical Range). На трансмисометрима на крајевима ПСС имсталирани су сензори за мерење осветљености позадине. Уз податак о интезитету светала дуж ПСС, који систем добија са контролног торња, израчунава се RVR. Уређај поседује грејач и вентилатор за заштиту оптичких делова од контаминације и орошавања. Такође, софтверски се врши компензација запрљаности оптичких делова.

<u>Силометар</u> - Служи за мерење висине базе облака и/или вертикалне видљивости, на принципу емитовања ласерског снопа. Инсталирана су два уређаја типа AVIATOR LD - 12, у оси ПСС, на растојању око 1,000 м од прагова ПСС. Уређај мери висину три слоја облака , у интервалу од 0 до 4.000 м, вертикалну видљивост и извештава о максимално могућој висини мерења. На ове сензоре су уграђени грејачи и вентилатори за заштиту оптичких делова од контаминације и орошавања. Такође, софтверски се врши компензација запрљаности оптичких делова.

<u>Сензори за ветар</u> - Мери се брзина и правац ветра, сензорима инсталираним у висини TDZ, на растојању 155 м, односно 170 м бочно од осе ПСС. Сензори се налазе на лако ломљивим стубовима висине 10 м. Покретни делови сензора имају уграђене грејаче којима се спречава њихово замрзавање. На врху стубова налазе се двоструке сигналне светиљке за обележавање препрека, које се укључују аутоматским прекидачем који реагује на дневно осветљење. Опсег мерења брзине ветра је од 0 м/с до 75 м/с.

<u>Сензори у метеоролошком кругу</u> -
<u>Видљивост и садашње време</u> - Уређај FUMOSENS VI PW, на принципу двоструке предаје/пријема светлосног снопа (forwardscatter meter), врши мерење видљивости од 0 м до 20.000 м и идентификације врсте и интензитета падавина. Служи као извор информација за аутокалибрацију трансмисометара.

<u>Температура и влажност ваздуха</u> - Електронски сензори на стубу висине 2 м.

<u>Температура земљишта</u> - Пет дубинских електронских термометара, на дубинама 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm и 1 m.

<u>Количинаа падавина</u> - Електронски кишомер са неограниченим акпацитетом мерења. Има систем загревања за мерење падавина.

Пиранометар - Инсталиран на крову метеоролошке станице, мери интензитет и дужину сунчевог зрачења.

Барометар - Електронски барометар (SETRA) инсталиран је на спољњем зиду метеоролошке станице.

2. Јединица за прикупљање података

Зависно од удаљености инсталираног сензора, у односу на централну јединицу за прикупљање података, на појединим сензорима су инсталиране јединице за прикупљање података (DCU). Сваки сензор или DCU је, модемском везом, повезан са централном јединицом за прикупљање података (CDCU).

Ценрална јединица за прикупљање података служи за прикупљање, обраду и концентрацију података мерења. Сваки сензор или DCU је, преко одговарајућег типа картице, засебним сигналним каблом, повезан са CDCU. Одговарајућа група картица је исте софтверске конфигурације, тако да је једноставним прикључењем преносног кабла могуће њено повезивање са неким другим сензором. CDCU је повезана и са извором информација о јединственом времену контроле летења, интензитету светала дуж ПСС и правцу ПСС у употреби.

3. Радне станице

Инсталиране су три радне станице: две осматрачке (OWS) и једна прогностичка (FWS). То су PENTIUM персонални рачунари који раде под UNIX оперативним системом.

Осматрачке радне станице су инсталиране у метеоролошкој станици и непрекидно представљају једна другој резерву. При отказу једне од њих, друга аутоматски преузима функцију. Оне покривају функције целог система и врше контролу сензора, чувају податке и врше дистрибуцију метеоролошких порука према прогностичкој радној станици и удаљеним терминалима. OWS израчунава RVR, QFE (притисак на нивоу ПСС) и QNH (притисак на средњем нивоу мора), температуру тачке росе, компоненте бочног ветра и врше аутокалибрацију трансмисометара. Са њих је могућ потпуни увид у стање сензора и сетовање посебних тест услова. Омогућен је ручни унос података, како оних који се мере сензорима, када за то постоји разлог, тако и оних који се не могу мерити инсталираним сензорима. Такође, могуће је уносити и друге врсте порука. OWS врше формирање извештаја:

METAR - редовни метеоролошки извештај за ваздухопловство,
SYNOP - извештај о приземним метеоролошким осматрањима,
SPECI - извештај о специјалним осматрањима за ваздухопловство и CLIMAT извештаја.

Извештаји се формирају и емитују у размену аутоматски, према унапред дефинисамим критеријумима и терминима. Могућа је ручна интервенција у погледу измене и емитовања било ког извештаја.
Израђени извештаји којима је потребно додати TREND прогнозу емитују се на прогностичку радну станицу. Са OWS штампају се информације о стању и грешкама у раду сензора.

Прогностичка радна станица је инсталирана у прогностичкој служби и омогућава увид у стање времена, статус сензора и рад на метеоролошким извештајима формираним на OWS. На FWS се формирају извештаји типа:
TAF - погноза времена за аеродром, SIGMET - информација о метеоролошким појавама значајним за ваздухопловство у области информисања (FIR) и
TREND делови METAR и SPECI извештаја.
Сви извештаји одлазе у размену након контроле и потврде извршене на FWS. FWS представља сервер система за удаљене терминале, базу свих података мерења за период до 30 дана и са ње се може вршити графички приказ и анализа расположивих података мерења. Са FWS се, такође, могу штампати статистички извештаји (стање сензора, општа база података, системски подаци), издате специјалне поруке (на пр. "животиње на ПСС"), извештаји са OWS итд.

4. Удаљени терминали

Могуће је увезати неограничен број терминала код различитих ваздухопловних корисника. У овом систему су инсталирани терминали у контроли летења, у торњу и прилазној контроли летења, као и у оперативном центру JAT (два терминала). Теминал у торњу контроле летења има екран од течног кристала, како би се спречила рефлексија сунчевих зрака и омогућио увид у приказане информације у свим деловима дана. Конфигурација изгледа екрана разликује се према врсти корисника, тако што су приказане све потребне информације, са распоредом који највише одговара кориснику. Поред тога, један терминал се налази у техничкој сали и намењен је надзору над радом система. Сви терминали су персонални рачунари Pentium или 486 и раде под DOS оперативним системом.

Терминали у контроли летења повезани су са FWS и OWS независним линијама, тако да је обезбеђен непрекидан доток информација са система.

5. Остала опрема

Услов непрекидности рада целокупног система подразумева непрекидно електрично напајање. Због тога су сви елементи система повезани са јединицама за непрекидно напајање (UPS), које обезбеђују аутономију рада најмање 30 минута, упркос томе што се напајају из тзв. non break система.

Уз систем је набављена и одговарајућа опрема за проверавање и калибрацију сензора, као и за испитивање стања система и његових кварова.Систем поседује функцију аутокалибрације трансмисометара, као најзначајнијих сензора за одржавање аеродрома у функцији CAT II. Аутокалибрација се врши тако што систем са уређаја за одређивање видљивости FUMOSENS VI PW добија информацију да је видљивост већа од 10 км. Са OWS се аутоматски врши симулирање различитих вредности смањења видљивости и проверава тачност мерења MOR и израчунавања RVR за симулиране вредности. У случају одступања израчунатих вредности од предвиђених за дате услове, систем врши аутокалибрацију трансмисометра. Тестирање се врши сваких 10 минута све док је видљивост већа од 10 км.

ЗАКЉУЧАК

Тешко је рећи да се за ваздухопловна метеоролошка осматрања захтевају већа тачност, поузданост и репрезентативност него за остала метеоролошка осматрања, јер би се могло помислити да се тиме умањује значај ових других. Међутим, критеријуми безбедности у ваздушном саобраћају намећу специфичну опрему, доста сложенију конфигурацију и комплекснији приступ надзору и одржавању аутоматских метеоролошких станица. Тежња да се оствари пуна репрезентативност осматрања условљава инсталирање сензора на локацијама аеродрома које се налазе на растојањима од пет и више километара. За напајање инсталираних сензора, као и за пренос података, мора се обезбедити квалитетна и врло разуђена кабловска инсталација. Систем усложњава велики број сензора исте намене. Све виталне компоненте система су дуплиране ради превазилажења проблема кварова. За поуздани рад мора се обезбедити одговарајућа, не мала, количина резервних делова. Техничко особље, задужено за одржавање система, мора бити високо обучено и присутно 24 сата дневно. (У Немачкој, на пример, проблем дежурства техничких екипа на аеродромима решен је инсталирањем два комплетна, међусобно независна система, а дежурна екипа надзире целу регију са 10 до 20 станица.) Обрада података је неупоредиво сложенија него код класичних синоптичких аутоматских станица, дистрибуција података до корисника у оквиру аеродрома веома је разуђена. Сви ти услови знатно увећавају цену аеродромске аутоматске станице, у односу на класичну, и представљају ограничавајући фактор у опремању аеродромских метеоролошких станица аутоматизованим системима.

ОДСТУПАЊЕ СТВАРНЕ ОД ДЕФИНИСАНЕ ПРЕЦИЗНОСТИ МЕРЕЊА МЕТЕОРОЛОШКИХ ЕЛЕМЕНАТА

Предраг Петровић, мет. техн.
Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66
11030 Београд, Југославија

Abstract

Meteorological data quality depends on more factors such as measurement method, type of instruments, quality and skills of the observer, even precise measuring. It is difficult to obtain the highest quality of all these factors in practice and thus the occurance of data with low quality cannot be avoided.
The examination of meteorological data measurement precision gives the review of its quality. This attribute, which is not easy to determine by using standard methods, gives the area of their application. Change of this attribute often marks a interrpution of data homogeneity.

Абстракт

Квалитет метеоролошких података зависи од више фактора као што су метод мерења, врста мерног инструмента, квалитет и обучености осматрача, па и савесно и прецизно мерење. У пракси је веома тешко обезбедити највиши квалитет ових фактора, па је појава података нижег квалитета неизбежна.
Испитивање прецизности мерења метеоролошких података даје увид у њихов квалитет. Овај атрибут, који се не може лако одредити стандардним методима, одређује обим примене података. Промена овог атрибута често указује на прекид хомогености низа података.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕЦИЗНОСТИ МЕРЕЊА

Прецизност мерења неке метеоролошке величине се дефинише према врсти елемента чија се вредност мери, а у складу са тим и према скали инструмента која је одређена према потребној прецизности мерења те величине. Већина метеоролошких инструмената има такву скалу на којој је обезбеђена прецизност мерења од једног десетог дела јединице мере. Тако се, на пример, ваздушни притисак мери са прецизношћу од 0.1mb, температура ваздуха са прецизношћу 0.1°C, а падавине и испаравање са прецизношћу 0.1mm.

Функције расподеле вредности неких метеоролошких елемената углавном имају облик приближан облику звонасте асиметричне криве, где асиметрија није велика (Ивановић, 1976). Та функција је непрекидна и тежи нули на крајевима свог домена $(-\infty,+\infty)$. У пракси, вредности функције имају нуле на екстремним вредностима низа. Интервал између тих вредности се може изделити на неколико десетина интервала чија је дужина једнака дужини мерне јединице елемента. Како је сваки од тих интервала издељен на десет једнаких делова, имамо јединичне интервале величине дефинисане прецизности мерења метеоролошког елемента. Функција расподеле се може приближно једнако тачно описати користећи тачке на једнаким растојањима као што је дужина једног интервала (вредност мерне јединице), без обзира на тачку од које почињу ти интервали. Ово практично значи да је функција расподеле приближно иста разматрајући било који одабрани подинтервал (децималну вредност мерне јединице) појединачно, јер у сваком од тих случајева функција задржава приближно исти облик. Тако, збир сваког првог, другог и редом сваког следећег од тих подинтервала (децималних вредности) биће једнак једној десетини збира целе функције расподеле. Из овога следи став да су у свакој расподели вредности неког елемента честине вредности сваке од децимала једнако вероватне, односно да је вероватноћа за било коју децималну вредност 10%. Доказ овог става се практично може добити пребројавањем јављања за сваку децималну вредност појединачно. Разматрање стварне прецизности мерења неког метеоролошког елемента се заснива на управо тим чињеницама.

Прегледањем извештаја о измереним вредностима, у појединим случајевима уочен је

велики број јављања оних вредности децималних места која су видно обележена на скали инструмента. Пребројавањем децималних места заиста се запажа неправилна, односно неједнака расподела честина њихових вредности. На овом запажању заснива се ***одређивање прецизности мерења метеоролошког елемента методом децималних места***.

ОПИС МЕТОДА ОДРЕЂИВАЊА ПРЕЦИЗНОСТИ МЕРЕЊА

Низ који се разматра треба да има најмање око 100 чланова, док је највећи број чланова низа ограничен избором дужине анализираног периода. Дакле, за вредности неког елемента из три климатолошка термина довољно је разматрати један месечни извештај, за дневне вредности низ треба да буде око три месеца, а за количину падавина шест месеци до годину дана. Ови низови могу бити и краћи, у зависности од прецизности анализе ове врсте.

Најпре се одреди дужина низа података и тај број дели са 10, добијајући тако ***очекивани број осмотрених података са истом децималном вредношћу***. Затим се врши одређивање апсолутне честине сваког децималног места за одабрани низ података, добијајући ***стварни број осмотрених података са истом децималном вредношћу***. За сваку од децималних вредности израчунава се апсолутна разлика и те вредности се саберу за све децимале. Тако се добија ***двоструки број осмотрених података где није постигнута дефинисана прецизност***, односно ***број "непрецизних" података***. Овај број је двоструко већи од стварног, јер се на овај начин једна непрецизно осмотрена вредност јавља два пута: први пут се јавља као "вишак" код честина оних децималних вредности које су више заступљене, а самим тим јавља се и "мањак" код честина оних децималних вредности које су мање заступљене.

У идеалном случају, све децималне вредности су једнако заступљене, па је овај збир једнак нули. У реалном случају, број "непрецизних" података је већи од нуле. Појава "непрецизних" података проузрокује "деформисање" скале инструмента одређене на основу осмотрених вредности (график 1). Самим тим, остварена прецизност мерења је мања од дефинисане. Оваква "деформисана" скала намеће увођење појма ***ефективни подеок*** која се дефинише као ***средња дужина подеока на скали инструмента одређеној на основу остварене прецизности мерења метеоролошке величине***.

Одређивање величине ефективног подеока

Нека је број чланова низа осматрања N. Честина јављања једне децималне вредности је у идеалном случају $N_i = \frac{N}{10}$, односно очекивани број осмотрених података са истом децималном вредношћу. Нека је стварни број осмотрених података са истом децималном вредношћу n_i. Разлика апсолутних вредности

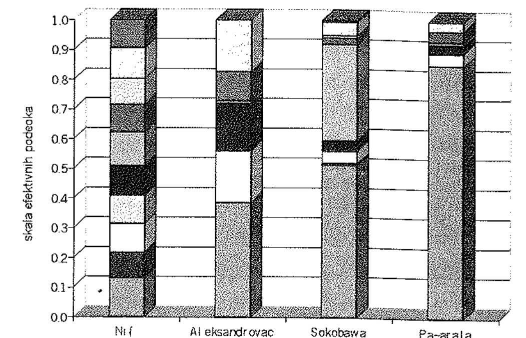


График 1. "Деформисане" скале одређене према осмотреним вредностима на станицама различите прецизности осматрања

ових бројева је $x_i = |N_i - n_i|$, а збир тих разлика је

$$n = \sum_{i=1}^{10} x_i = \frac{N}{10} - \sum_{i=1}^{10} |n_i|$$

Овај израз представља двоструки број осмотрених података где није постигнута дефинисана прецизност, што значи да је стварни број "непрецизних" података једнак $n_r = \frac{n}{2}$.

Број "прецизних" података представља разлику између укупног броја свих података и броја "непрецизних" података. Однос "прецизних" података и броја чланова низа се користи као фактор "увећања" најмањег подеока до величине ефективног подеока. Дакле, величина ефективног подеока се израчунава из израза

$$d = \frac{1}{\frac{N - n_r}{N}} \cdot 0.1$$

који, после замене одговарајућих вредности и уређивања једначине, гласи

$$d = \frac{0.2N}{2N - n}$$

Из дефиниције ефективног подеока следи став да величина ефективног подеока мора бити најмање 0.1, колико може бити у идеалном сллучају, јер је

$$\frac{N - n_r}{N} \leq 1$$

Такође, величина ефективног подеока не може бити већа од 1. Наиме, у случају идеално "непрецизних" мерења, односно у случају да се мерење вршило са прецизношћу целих подеока, без десетих делова, све децималне вредности су исте и једнаке нули. У том случају, само једна десетина свих података је "прецизна" у наведеном смислу, што подразумева максимално девет десетина "непрецизних" података у низу. Заменом одговарајућих вредности у једначини добијамо $d = 1$.

Утицаји на величину ефективног подеока

Појава правилности честине јављања специфичних децималних вредности зависи од метода осматрања и начина израде скале инструмента. Наиме, ваздушни притисак се на барометру очитава посредним путем, свођењем очитане вредности на 0°C. Уз то, скала на барометру је таква да су веома јасно уочљиви како подеоци на основној скали, тако и десети делови подеока на нонијусној плочици.

Међутим, код терминске температуре чешће се јављају парне децимале, и то за до 10% од укупног броја осмотрених података. Узрок ове правилности је управо скала психрометарског термометра, чији су најмањи подеоци дати са прецизношћу 0.2°C. Људско око, ма колико извежбано за правилно очитавање инструмента, тежи да врх живе у капилари доведе у висину најближег подеока на скали. Такође је важно напоменути да је ова појава нарочито изражена код очитане целе вредности, која је нешто чешћа од осталих парних вредности, односно ређе појаве децималних вредности 1 и 9. То је доказ да величина подеока на скали утиче на израженију појаву ове врсте. Ова појава је мање изражена у случају података о испаравању, јер иако су подеоци на скали од 0.2mm, они су знатно крупнији и лакше је очитати прецизну вредност.

Занимљиво је напоменути да је ефективни подеок у случају температуре мокрог термометра мањи него код података о температури очитаној на сувом термометру психрометра. Ова разлика није велика, а интересантно је да се чешће јавља код података са станица са професионалним особљем. Могући разлог за ову појаву је аспирирање психрометра, при чему се температуре оба термометра мењају у мањој или већој мери, а за резултат се узима средња вредност. Није искључена ни појава да осматрач, у циљу добијања бољих података о влажности ваздуха, прибегава "уклапању" вредности температура сувог и мокрог термометра у оквире вредности које може осмотрити и другим инструментима, како би добио квалитетнији податак о вредностима влажности ваздуха.

Подаци о екстремним температурама имају другу врсту правилности расподеле честина јављања специфичних децималних вредности. Наиме, овде се чешће јављају децималне вредности 0 и 5, а суседне децималне вредности (1 и 9, односно 4 и 6) су нешто мање заступљене у осмотреним подацима. Узрок ове појаве је исти. Међутим, у случају станица на којима осматрања врши сарадник, честа је појава знатно мањих честина свих осталих децималних вредности, а у драстичним случајевима преовлађују целе вредности са децималом 0. Овде узрок никако не може бити исти, већ се ради о недовољно квалитетном, често и нестручном осматрању. Не искључује се ни могућност изостављених осматрања, односно бележење података без осматрања инструмента.

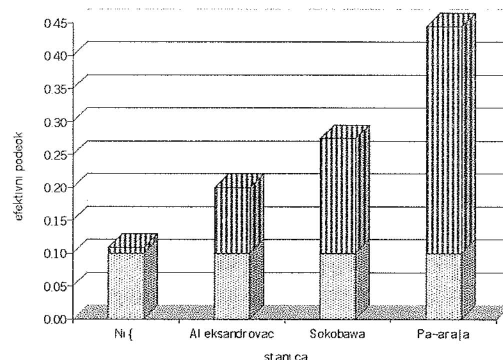


График 2. Величина ефективног подеока за станице са различитом прецизношћу мерења

Ова врста правилности расподеле честина јављања специфичних децималних вредности нарочито је изражена у случају података о минималној температури на 5cm. Иако се ради о истом инструменту као и за одређивање минималне температуре на 2m изнад тла, додатни узрок може бити у неугодном положају инструмента, испод нивоа ока осматрача, уз могућност мањег приближавања ока осматрача скали инструмента. Није искључено да се овде може радити и о мање савесном осматрању ове величине, јер се овој величини чак ни у редовним извештајима (SYNOP) не посвећује више пажње (даје се у целим мерним јединицама уместо са прецизношћу од једног децималног места).

Класификација података према величини ефективног подеока

Величина ефективног подеока се може разматрати и као грешка одређивања средњих вредности низа података. У идеалном случају, ова грешка је 0.1, али је услед појаве ефективног подеока она нешто већа.

Пошто се подаци се разликују према величини ефективног подеока, могуће је извршити њихову класификацију према овом мерилу. Ова класификација се може вршити емпиријски, анализом веома великих низова података. Основни критеријум за ово одређивање је појава одређених врста правилности расподеле честина специфичних децималних вредности.

Код најмањих величина ефективног подеока не појављује се правилност расподеле честина јављања специфичних децимала, или се појављује у тако малој мери да је практично немогуће остати без ове правилности. Ови подаци су најпрецизније очитани и јављају се у извештајима професионалних метеоролошких станица и мањем броју станица на којима осматрачи нису професионални метеоролози. Ефективни подеок је величине 0.10 до 0.15 основних мерних јединица.

Следећа група извештаја припада оним извештајима где је величина ефективног подеока толерантна за израчунавање средњих вредности и суме вредности низа, али одређивање броја дана са карактеристичном вредношћу неке величине више није поуздано. Из емпиријских разматрања добија се да је величина ефективних подеока у овом случају од 0.15 до 0.25 основних мерних јединица.

Извештаји са веома непоузданим подацима су они код којих су средње вредности, односно суме вредности те величине несигурне, а број дана са карактеристичним вредностима практично неупотребљив. Величина ефективног подеока у овом случају креће се од 0.25 до 0.50. Извештаји код којих је вредност ефективног подеока до 0.50 до 1.00 практично су неупотребљиви.

НЕКЕ ПРИМЕНЕ ОДРЕЂИВАЊА ПРЕЦИЗНОСТИ МЕРЕЊА

Осим класификације података, овом методом се може испитати и хомогеност низа података.

На хомогеност низа података утиче велики број фактора, међу којима су и они који се често не могу детектовати применом стандардних метода испитивања хомогености низа. То су промена најмањег дефинисаног подеока, промена стручног профила осматрача и слично.

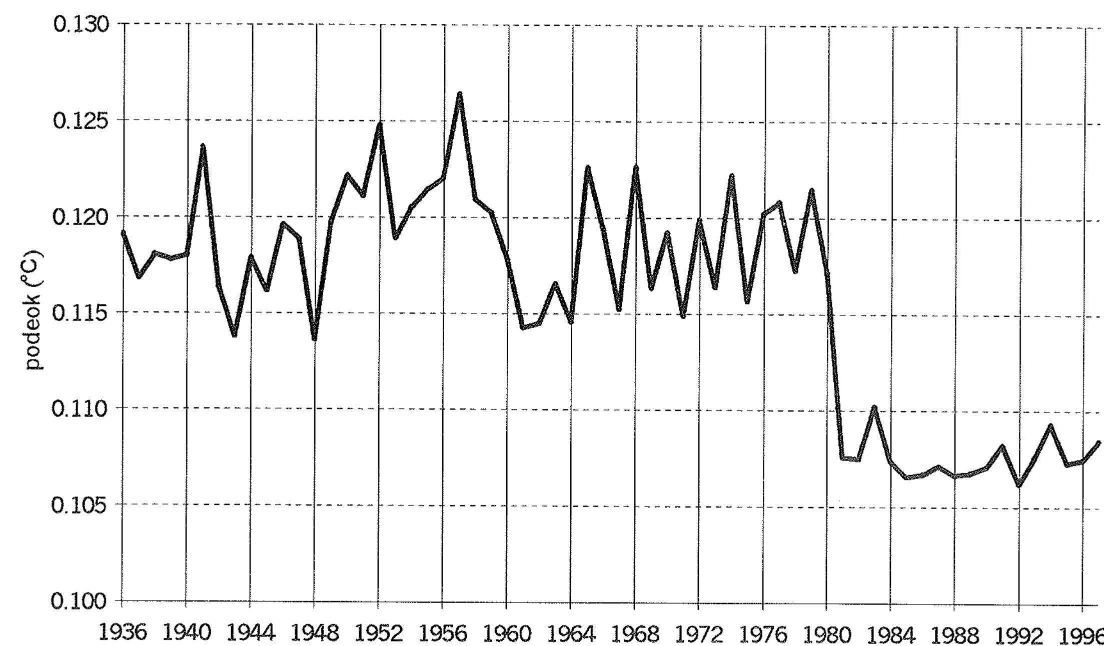


График 3. Годишње вредности величине ефективног подеока ваздушног притиска, Београд, од 1936. до 1997. године

• МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТАК · НАЦИОНАЛНО БЛАГО • 150 ГОДИНА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ У СРБИЈИ •

деок није променио сразмерно промени мерне

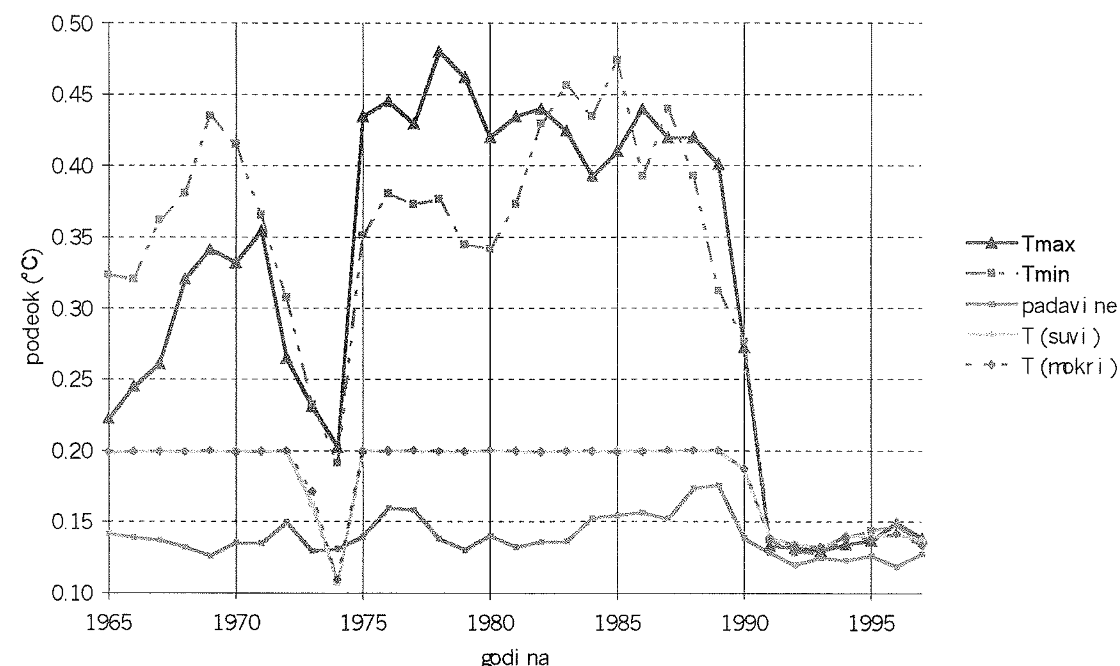


График 4. Годишње вредности величине ефективних подеока екстремне температуре ваздуха, падавине и терминске температуре ваздуха, Кукавица, период од 1965. до 1997. године

Промена најмањег дефинисаног подеока може бити услед промене мерне јединице, промене реда величине прецизности мерења неке величине, промена врсте скале самог инструмента и слично. Промена мерне јединице проузрокује велики број промена, што је један од неизбежних генератора грешака. Низови података за исту метеоролошку величину морају бити представљени у новим мерним јединицама. На пример, од 1. 1. 1981. године, величине притиска у метеорологији мењају мерну јединицу, па се уместо старе (милиметар живиног стуба) користи нова званична мерна јединица (милибар, односно хектопаскал), која износи

$$1mmHg = 1.3332236mb = 1.3332236hPa$$

Сви дотадашњи подаци о притиску морају бити прерачунати у нове мерне јединице, што уједно значи и да се најмањи дефинисани подеок сразмерно мења. Овим прерачунавањем "губе" се поједине вредности, па се тако "губе" и поједине децималне вредности. Величина ефективног подеока се повећава за дотадашњу мерну јединицу која је била мање прецизна. Оваква промена се може видети из графикона вредности величине ефективног подеока ваздушног притиска за Београд, за период од 1936. до 1997. године (график 3).

Овде се мора напоменути да се ефективни по јединице. То је последица неједнаких "губитака" појединих децималних вредности унутар подеока који означава целу мерну јединицу. У овом случају, како је однос ових величина познат, мора се узети више целих подеока са својим децималним местима, па тек онда приступити овом одређивању. На пример, добро би било узети интервал од 4mb, што приближно одговара 3mmHg, али с тим да остају исте децималне вредности као најмањи подеоци. Рачуница се компликује, али је изводљива.

Промена стручног профила осматрача је у неким случајевима веома уочљива, иако се друге климатолошке величине не мењају. Временом се дешава да понеке станице нижег реда прелазе у станице вишег реда (или обрнуто). Тада се често мењају и осматрачи у складу са њиховом квалификованоћу за обављање сложенијих (или једноставнијих) задатака осматрања. Карактеристичан је пример промене на станици Кукавица, која је до 1990. године радила као климатолошка станица на којој је осматрао сарадник. Када је надлежност над овом станицом припала Регионалном центру противградне заштите, односно метеоролошки квалификованим осматрачима, квалитет осматрања се знатно поправио, што се види из значајног смањења величине ефеткивног подеока.

ЗАКЉУЧАК

Прецизност инструмента не мора бити одлучујућа за квалитет метеоролошких података, јер податак бележи осматрач. Лош осматрач са добрим метеоролошким инструментима често вреди мање него метеоролошка станица која аутоматски бележи податке, чак и када је прецизност мерења мања, уколико је инструмент квалитетно баждарен. Ова претпоставка се може проверити тек после дужег периода истовременог рада аутоматске станице и станице са професионалним особљем на истој локацији у истим условима.

За мање доступна подручја често ће бити довољно добро имати поуздане аутоматске метеоролошке станице чак и оне прецизности коју имају радио сонде. При том је важно имати у виду редовно одржавање овако постављене опреме. Избор сарадника који осматра недовољно квалитетно је већи губитак, не само драгоцених метеоролошких података, већ и материјални.

Овај показатељ поузданости метеоролошких података може дати увид у квалитет рада појединих метеоролошких станица, без обзира на њихов обим рада. Тако се може уочити свака важна промена у раду станице и самим тим благовремено интервенисати у случају пада квалитета података.

Интерполација недостајућих података за станице са мањим ефективним подеоком има смисла чак и за појединачна осматрања, уколико су остали параметри који се користе за интерполацију поуздани. Међутим, често нема смисла интерполисати чак ни средње вредности из дужих низова, уколико су они обележени великим ефективним подеоком.

Просторне расподеле климатолошких елемената се морају пажљиво разматрати уколико је у ту расподелу укључена нека од станица која даје велику вредност ефективног подеока. Сваки градијент неке метеоролошке величине који укључује и такве податке имаће веома велику толеранцију. Ефективни подеок је, дакле, мерило прихватања неке климатолошке вредности. Уколико је он већи од дозвољене толеранције, утолико не треба тражити локалне метеоролошке утицаје на том месту, јер се ради о несигурним подацима.

ЛИТЕРАТУРА

Ивановић, Драгољуб В. - Метеоролошка статистика, Хидрометеоролошка техничка школа, Београд, 1976.
Petrovic, P. – Measurement Precision As A Cause Of Inhomogeneities In Weather Data Time Series, Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, 1998.
Упутство за метеоролошка мерења и осматрања, Савезни хидро-метеоролошки завод, Београд, 1974.